ISBN: 978-628-96613-1-6. ISSN: 2414-6390. Digital Object Identifier: https://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2025.1.1.1975

Challenges in setting up a chemical recycling plant: Case of a polyolefins company in the city of Cartagena de Indias

Verónica Tordecilla-Acevedo, MBA [1], Ana S. Cantillo, PhD [1], Juan Camilo Medellín Rojas, PhD [1], Alba Zulay Cárdenas-Escobar, MSc [1], Sergio Andrés Álvarez Monterrosa, MBA [1]
[1]Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB), Colombia, vtordecilla@utb.edu.co, ascantillo@utb.edu.co, jmedellín@utb.edu.co, acardenas@utb.edu.co, salvarez@utb.edu.co

Abstract. ***The poor management of plastic waste represents a growing environmental challenge in Colombia, especially in regions with high industrial activity such as Cartagena. This study analyzes the feasibility of establishing the first commercial-scale polyolefin chemical recycling (CR) plant in the country, using pyrolysis technology to transform plastic waste into circular products such as pyrolytic oil. Through a comprehensive analysis that encompasses regulatory, market, technical, financial and social dimensions, a business model adaptable to the Colombian context is proposed, with a focus on sustainability and profitability. The financial analysis, based on the free cash flow method and sensitivity scenarios, shows that the project has attractive return potential for investors. In addition, the importance of community integration is highlighted, especially with social groups located near the proposed operation site, whose involvement and approval are essential for the operational success of the project. A future validation strategy is proposed that includes the initial operation of a small-scale modular plant, which will allow the adjusting of technical and financial assumptions under real conditions. This project offers a strategic opportunity to position Cartagena as a benchmark for circular innovation in Latin America, combining positive environmental impact, economic development and social cohesion.***

Keywords-- Sustainability, polyolefins, pyrolysis, plastic, project.

Desafíos en el montaje de una planta de reciclaje químico: Caso de una empresa de poliolefinas en Cartagena de Indias

Verónica Tordecilla-Acevedo, MBA [1], Ana S. Cantillo, PhD [1], Juan Camilo Medellín Rojas, PhD [1], Alba Zulay Cárdenas-Escobar, MSc [1], Sergio Andrés Álvarez Monterrosa, MBA [1]
[1]Universidad Tecnológica de Bolívar (UTB), Colombia, vtordecilla@utb.edu.co, ascantillo@utb.edu.co, jmedellín@utb.edu.co, acardenas@utb.edu.co, salvarez@utb.edu.co

Resumen. ***La gestión deficiente de residuos plásticos representa un desafío ambiental creciente en Colombia, especialmente en regiones con alta actividad industrial como Cartagena. Este estudio analiza la viabilidad de establecer la primera planta de reciclaje químico (RQ) de poliolefinas a escala comercial en el país, empleando tecnología de pirólisis para transformar residuos plásticos en productos circulares como el aceite pirolítico. A través de un análisis integral que abarca dimensiones normativas, de mercado, técnicas, financieras y sociales, se propone un modelo de negocio adaptable al contexto colombiano, con enfoque en sostenibilidad y rentabilidad. El análisis financiero, basado en el método de flujo de caja libre y escenarios de sensibilidad, demuestra que el proyecto tiene potencial de retorno atractivo para los inversionistas. Además, se destaca la importancia de la integración comunitaria, especialmente con grupos sociales ubicados cerca del sitio propuesto de operación, cuyo involucramiento y aprobación son esenciales para el éxito operativo del proyecto. Se plantea una estrategia de validación futura que incluye la operación inicial de una planta modular a pequeña escala, que permitirá ajustar supuestos técnicos y financieros bajo condiciones reales. Esté proyecto ofrece una oportunidad estratégica para posicionar a Cartagena como referente en innovación circular en América Latina, combinando impacto ambiental positivo, desarrollo económico y cohesión social.***

Palabras clave- Sostenibilidad, poliolefinas, pirólisis, plástico, proyecto

I. INTRODUCCIÓN

El reciclaje de residuos industriales no solo responde a necesidades económicas, sino que también se alinea con los principios de sostenibilidad y economía circular [1]. A través de una gestión más eficiente de los recursos, el reciclaje industrial puede contribuir significativamente a la reducción del impacto ambiental, al tiempo que genera beneficios económicos para las empresas.

Este estudio de caso se centra en la evaluación de la viabilidad para construir una planta de Reciclaje Químico (RQ) basada en tecnología de pirólisis, con el objetivo de convertir residuos industriales en productos de valor añadido. La investigación aborda de manera integral los aspectos técnicos, financieros, ambientales y sociales del proyecto. Se analizarán los tipos de residuos procesables mediante pirólisis, las características del mercado de los productos derivados, así como los costos y beneficios asociados.

El propósito fundamental es ofrecer información útil para agentes interesados en adoptar el reciclaje químico como estrategia para fomentar prácticas sostenibles en la industria. Según [2], la formulación de proyectos debe considerar de forma equilibrada sus dimensiones económica-financiera, social, ambiental y legal, sin otorgar predominio exclusivo a la viabilidad financiera, como suele ocurrir bajo el paradigma tradicional.

En este marco, el sector de la industria química encuentra en el RQ mediante pirólisis una vía para ampliar las aplicaciones del plástico en diversos procesos industriales [3]. La pirólisis, en particular, destaca por su menor impacto climático en comparación con la recuperación energética [4][5]. Esta tecnología permite descomponer polímeros y recuperar sus monómeros originales, abriendo nuevas oportunidades para su reutilización en la fabricación de productos como pinturas, cauchos sintéticos, revestimientos, protectores y resinas plásticas.

II. COMPONENTES A CONSIDERAR EN EL MONTAJE DE UNA PLANTA DE RQ PARA CARTAGENA - COLOMBIA

A pesar del crecimiento reciente en iniciativas de reciclaje, Cartagena aún no cuenta con instalaciones a gran escala dedicadas al Reciclaje Químico (RQ) de poliolefinas. En contraste con experiencias internacionales, en Colombia no se han implementado procesos de pirólisis orientados a la obtención de combustibles o aceites pirolíticos como materia prima para la producción de polímeros circulares. Esta carencia resulta especialmente preocupante dada la alta demanda nacional de polietileno y polipropileno, cuyo uso masivo genera una cantidad considerable de residuos plásticos que no pueden ser tratados mediante reciclaje mecánico y que, en su mayoría, terminan en rellenos sanitarios.

El presente estudio se centra en evaluar la viabilidad de establecer una planta de RQ de poliolefinas en Cartagena, integrando principios de circularidad con criterios de rentabilidad económica. Se plantea un modelo de negocio que incorpora una cadena de valor inspirada en estándares europeos validados, adaptados a las condiciones técnicas, sociales y económicas del contexto local.

El análisis contempla múltiples dimensiones, entre ellas, la evaluación financiera, que constituye un componente fundamental. En particular, se busca determinar si los ingresos

proyectados del emprendimiento serán suficientes para cubrir los costos operativos, gastos de mantenimiento e inversión inicial, garantizando un retorno atractivo para los inversionistas y asegurando la sostenibilidad del proyecto a largo plazo

III. Marco legal y regulatorio para el RQ en Colombia

La evaluación del cumplimiento normativo es un componente esencial en la formulación y ejecución de proyectos industriales, especialmente en aquellos que implican el uso de tecnologías emergentes como el Reciclaje Químico (RQ). En la última década, Colombia ha avanzado en la adopción de políticas públicas orientadas hacia la sostenibilidad y la economía circular, lo que ha llevado a una revisión profunda de las prácticas empresariales tradicionales.

La Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos [6] expone que el modelo predominante en Colombia sigue siendo lineal: los productos son concebidos para un único ciclo de uso, tras el cual se desechan. Este enfoque resulta insostenible ante el aumento proyectado de residuos, y ha generado una creciente urgencia por implementar modelos circulares que permitan extender el ciclo de vida de los materiales.

El desafío es particularmente agudo en el caso de los residuos plásticos, que representan el 10,78 % de los residuos sólidos urbanos, con más de 2 millones de toneladas anuales generadas solo en Bogotá [7]. Si bien la Ley 1715 de 2014 fomenta la valorización energética de residuos, tecnologías como el RQ mediante pirólisis ofrecen soluciones más integrales, al permitir la recuperación de materia prima útil, con menor impacto ambiental.

A nivel internacional, las preocupaciones por el agotamiento de recursos y el aumento de residuos también influyen en el contexto regulatorio local. El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) proyecta que la demanda global de materiales alcanzará los 180.000 millones de toneladas anuales para 2050, casi triplicando los niveles actuales. Este escenario plantea desafíos críticos en términos de sostenibilidad y refuerza la necesidad de adoptar enfoques circulares en la gestión de materiales.

En respuesta, el CONPES 3874 de 2016 [6] establece un marco estratégico que impulsa la transición hacia una economía circular en Colombia. Este modelo promueve la conservación del valor de los productos, materiales y recursos dentro del ciclo económico durante el mayor tiempo posible, reduciendo la generación de residuos y fomentando su reincorporación a los procesos productivos.

Asimismo, la Política de Crecimiento Verde [8] identifica oportunidades clave para mejorar el aprovechamiento de materiales como la biomasa, el cemento, el concreto y los polímeros, destacando la necesidad de adoptar tecnologías innovadoras que fortalezcan la circularidad y disminuyan la dependencia de recursos vírgenes. Esta transición no solo representa una necesidad ambiental, sino también una oportunidad para impulsar la innovación, la competitividad y el desarrollo sostenible en el país.

En este marco normativo, instrumentos como la Responsabilidad Extendida del Productor (REP) [9], que obliga a los productores de plásticos a recolectar y reincorporar materiales en nuevos envases, y la Ley 2232 de 2022, que exige que al menos el 50 % de los envases para líquidos se fabriquen con material reciclado nacional para el año 2030 [10], refuerzan el entorno favorable para iniciativas como el RQ. Estas disposiciones no solo habilitan legalmente el desarrollo de tecnologías de reciclaje avanzado, sino que también las convierten en mecanismos clave para cumplir con la legislación vigente y con los compromisos de responsabilidad social empresarial.

IV. Potencial de mercado para el RQ de plásticos

El mercado para los productos derivados del Reciclaje Químico (RQ) muestra un panorama prometedor, impulsado tanto por la evolución de la legislación sobre plásticos como por el creciente compromiso del sector privado con la sostenibilidad. Las regulaciones que restringen el uso de plásticos de un solo uso han incrementado la demanda de soluciones circulares, disminuyendo la dependencia de polímeros vírgenes y fomentando el desarrollo de tecnologías más sostenibles.

Según un informe de [11], una inversión global acumulada de 90 mil millones de dólares entre 2020 y 2040 permitiría que las tecnologías de RQ abastezcan entre el 6 % y el 10 % de la demanda mundial de plásticos para el año 2040. Este crecimiento proyectado se ve respaldado por el compromiso de más de 80 empresas multinacionales que han declarado su intención de incorporar entre un 15 % y un 50 % de contenido reciclado en sus envases para 2025 [11]. En este contexto, el RQ se posiciona como una tecnología clave para satisfacer la creciente demanda de polímeros reciclados, siempre que se mantenga el actual impulso hacia la sostenibilidad y se superen los retos técnicos y de escalabilidad.

Además, [12] destaca que el RQ tiene un rol estratégico en la producción de resinas recicladas aptas para contacto alimentario, especialmente a partir de poliolefinas y mezclas plásticas complejas que no pueden ser procesadas eficientemente mediante reciclaje mecánico. En consecuencia, la inversión en capacidades de RQ no solo es viable, sino necesaria para responder a las exigencias del mercado y avanzar en la transición hacia una economía circular.

A. El consumidor como catalizador del cambio: Impulsando el RQ en la industria del plástico

El comportamiento del consumidor final desempeña un papel decisivo en la adopción y consolidación de cualquier tecnología o modelo de negocio [13]. Aunque las estrategias gubernamentales y empresariales son fundamentales, el éxito comercial de un producto o servicio depende, en última instancia, de su aceptación por parte del mercado. Como ejemplo, el caso del tabaquismo demuestra que, a pesar de

fuertes regulaciones e impuestos, el consumo persiste por la fuerza de la demanda cultural [14].

En el caso del RQ como alternativa a los productos derivados de combustibles fósiles, su adopción resulta potencialmente menos conflictiva. Una vez validada la calidad y seguridad del material reciclado, particularmente en aplicaciones no críticas, la aceptación del consumidor no debería representar una barrera significativa. Sin embargo, surgen mayores retos cuando se trata de aplicaciones plásticas en contacto con alimentos, donde las exigencias normativas y las percepciones del consumidor son más estrictas.

A pesar de estas complejidades, el creciente nivel de conciencia ambiental en la población ha elevado la demanda de productos reciclables y sostenibles [11]. El uso de etiquetas como "reciclado" o "reciclable" se ha convertido en un valor agregado clave para muchas marcas, que buscan ganar cuota de mercado mediante una propuesta de valor más responsable. Esta presión comercial se traslada a lo largo de la cadena de valor: desde los consumidores, pasando por las marcas, hasta los transformadores y productores de resina.

Adicionalmente, la obtención de certificaciones de circularidad por parte de las empresas productoras de resinas se ha convertido en un requisito competitivo esencial [15]. Estas certificaciones implican trazabilidad desde la materia prima, lo cual obliga a transformar procesos desde la etapa de refinación. Así, se genera un efecto dominó que impulsa la adopción de materias primas reciclables y tecnologías como el RQ, consolidando una cadena productiva más sostenible. En este contexto, los consumidores —junto con las políticas públicas y los compromisos corporativos— emergen como los principales agentes catalizadores en la transición hacia un modelo circular.

V. ASPECTOS MEDIOAMBIENTALES POR CONSIDERAR

La adopción de nuevas tecnologías y prácticas en el ámbito del reciclaje de plásticos está generando una transformación profunda en el desempeño de las organizaciones que operan en este sector [16]. La transición hacia modelos de economía circular, impulsada por la creciente conciencia ambiental y la necesidad de reducir la dependencia de los recursos vírgenes, está exigiendo a las empresas replantear sus estrategias y procesos productivos.

Estudios como el de [17] demuestran que la Pirólisis (P) de residuos plásticos ofrece una alternativa más sostenible que su vertido o incineración, especialmente en lo que respecta al potencial de calentamiento global. En este sentido, la P emerge como una solución prometedora para el tratamiento de aquellos residuos plásticos complejos que no pueden ser reciclados por métodos mecánicos convencionales. Tal es el caso de los polietilenos y los envases multicapa [18], materiales que, gracias a la P, pueden ser transformados en productos útiles y reducir su impacto ambiental negativo.

Según [19], este proceso no solo es atractivo, sino también sostenible, abarcando materiales como compuestos reforzados con fibras, envases multicapa, residuos de demolición y poliuretano.

Sin duda, el reciclaje de plásticos es clave para mitigar los impactos ambientales de su producción y desecho. En este sentido, el reciclaje reduce emisiones de gases de efecto invernadero, asociadas a la fabricación e incineración de plásticos [20], y es fundamental en la economía circular, que busca recuperar y reutilizar residuos plásticos [21], contribuyendo a la conservación de recursos naturales y promoviendo un ciclo productivo sostenible.

En América Latina, la economía circular se ha enfocado principalmente en la gestión de residuos como una oportunidad económica [22]. Esta perspectiva se complementa con un enfoque en la sostenibilidad, como lo demuestra la importancia del ODS 12, que promueve prácticas sostenibles como el reciclaje, clave para plantas de reciclaje. A su vez, el ODS 9 apoya esta industria con desarrollo tecnológico, y el ODS 7 asegura su sostenibilidad mediante energías renovables, reduciendo la huella de carbono.[23]

VI. ASPECTOS OPERATIVOS Y SUPUESTOS

En Colombia, la empresa Ecopetrol es reconocida como la primera empresa petrolera del país, la cuarta más grande en Latinoamérica y por su tamaño pertenece el grupo de las 40 petroleras más importantes a nivel mundial [24] Ecopetrol cuenta con dos refinerías, una en la ciudad de Barrancabermeja y otra en Cartagena, en la última década la empresa se ha consolidado junto con otras filiales, como el Grupo Ecopetrol, lo que unido a una política de sinergias empresariales ha permitido crear un Clúster Petroquímico-Plástico en Cartagena, multiplicando esfuerzos y aprovechando de mejor forma los productos derivados de la refinación del crudo, plásticos, etc.

Dentro de las filiales del Grupo económico se cuenta una empresa que procesadora plásticos, pero ésta no cuenta dentro de su portafolio de productos con este tipo de polímeros circulares, lo que representaría una gran oportunidad al asegurar cuota (clientes) en un mercado que se proyecta en un crecimiento exponencial. Además, la cercanía entre sus plantas en Cartagena en la Zona Industrial Mamonal crea un escenario logístico estratégico, aprovechando además la condición de ciudad con puertos [25]

A. Aspectos Técnicos: Modelo de operación de la planta

En cuanto a la tecnología de RQ se plantea la adquisición de una planta modular de Biofabrik con producción de1 a 5 ton/día, con una capacidad total de 1,650 toneladas al año [26]. Este supuesto corresponde a la condición de economía de escala, ya que, al validar un módulo pequeño se abre la posibilidad de que se incrementen los márgenes ante un escalado en las capacidades. Además, a la fecha Biofabrik es la única tecnología encontrada en la bibliografía con valores económicos con disponibilidad pública

El modelo planteado para la operación de la planta se divide en tres grandes pilares, como se muestrea en Fig. 1: El

abastecimiento, el reciclaje químico, y la venta del aceite de pirolisis.

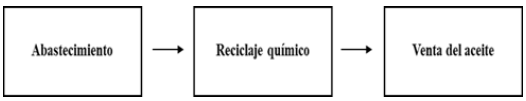


Fig. 1. Pilares del modelo de negocio de reciclaje químico. Elaboración propia

1. El abastecimiento

Este primer pilar del modelo establece el desarrollo de alianzas con los rellenos sanitarios para el tema de proveeduría de materia prima, iniciando el ejercicio con el sitio de disposición en Cartagena. Al final del documento en la evaluación social se profundizará el manejo de los grupos e interés para este proyecto.

El relleno sanitario Loma de Los Cocos se encuentra ubicado en la Vía Mamonal Gambote, sobre el Km 23, en Turbana, Bolívar. A tan sólo 20 minutos de Cartagena este relleno, operado por Caribe Verde S.A, presta los servicios de disposición de residuos sólidos de la ciudad. Además, en la actualidad el sitio cuenta con licencia ambiental con orden regional, disposición a otros 10 municipios 1 [27], esta cercania lo coloca como la mejor alternativa logística para la proveeduría de la primera planta de RQ del país.

A pesar de que el objetivo de este estudio persiga la implementación del RQ vía Pirolisis en todo el país, se debe probar el caso de negocio a pequeña escala, pudiendo a futuro a través de la economía de escala instalar plantas de mayor capacidad en otros puntos del país y movilizar el aceite desde distancias más largas.

Algunos de los beneficios del relleno sanitario [28] al entrar en un contrato de proveeduría serian:

i) La valorización de residuos plásticos que están siendo dispuestos.

ii) La extensión de vida útil del relleno, al disponer una menor cantidad de residuos.

iii) La alineación estratégica con los objetivos ambientales establecidos por los sitios.

iv) La sinergia con los proyectos orientados a Parques Tecnológicos, por medio del cual los rellenos buscan pasar de ser sitios de disposición a sitios de tratamiento de residuos sólidos.

v) Impacto reputacional positivo del lugar, especialmente por la puesta en práctica de iniciativas de Economía Circular y Sostenibilidad en la industria.

Para el caso de Europa, el gobierno ha destinado impuestos sobre el consumidor que a su vez son usados como subsidios en el costo de la materia prima para el tratamiento de residuos. No obstante, actualmente este no es el panorama en el país, aunque el actual gobierno de Colombia impulsa los temas de transición energética y economías verdes [6][8][9] aun las políticas públicas no dan un alcance de estas condiciones para el proyecto de montaje de una Planta de RQ, ni para su financiación con fondos estatales. Por lo anterior, se plantea que el costo de la materia prima deberá ser cubierto por la empresa dueña y operaria de la planta de reciclaje químico

Dado a que esta propuesta representa una situación nueva en el mercado, en la que no se conocen registros de la estimación del costo de la mano de obra de la separación de los residuos plásticos antes de ser dispuestos en el relleno, y por ende del costo final de la materia prima, en la sección de valoración financiera haremos uso de punto de equilibrio en el VPN para hallar un costo estimado del residuo plástico. Una tabla de sensibilidad con las principales variables nos ayudará a entender más adelante la viabilidad financiera bajo distintos escenarios de precio de materia prima.

2. El proceso de Reciclaje Químico- RQ

Este pilar cubre la adquisición y el lugar de instalación y operación de la planta de RQ, ya una vez establecida la proveeduría de la materia prima. La tecnología escogida seria de Biofabrik, que cuenta con plantas modulares con capacidad de 1 a 5 ton/día, con un potencial de procesamiento para esta última de 1650 toneladas al año. Operaria con un operating rate de 330 días al año, incluidas pares y mantenimientos, y una eficiencia del 0% [26]

El módulo de 5 toneladas, conocido como P5000, requiere el espacio de un contenedor de 40 pies [26], una gran ventaja al no necesitar permisos de obra, contar con la facilidad de instalación y de poco espacio requerido, lo cual implica un menor costo de arrendamiento. La P5000 se caracteriza, además de ser compacta, por su capacidad de operar de forma automática 24/7 [26]. El lugar para la instalación de la planta debe ser dentro o cerca del relleno sanitario Loma Los Cocos; el plástico representa una baja densidad y, por ende, un alto nivel de volumen, lo que incurriría en gastos logísticos que limitarían la rentabilidad de proyecto. Por lo anterior, en aras de eficiencia económica se deben evitar los costos de transporte de la materia prima desde el lugar de su adquisición hasta la alimentación de la planta de RQ

3. Venta del aceite de Pirólisis (P)

La composición del aceite de P muy parecida a un diésel o una nafta. Este producto es un combustible que, a diferencia de la materia fósil común, proviene de materia reciclable, como es el plástico desechado [29] Dado a sus características, el aceite pirolítico puede ser introducido en las unidades de refinación de las petroquímicas, pudiendo reemplazar o sumar a las cantidades de materia que son refinadas hoy, y produciendo los diferentes subproductos del proceso de refinación.

En el apartado Factibilidad comercial de este artículo se explica la razón por la cual los productos circulares representan un gran interés para todos los participantes de la cadena de productiva, incluido las refinerías, quienes, en

[1] Arenal, Arjona, Clemencia, Mahates, Santa Catalina, Santa Rosa, Turbaco, Turbana, Villanueva, (Bolívar) y Luruaco (Atlántico).

respuesta a la demanda de sus clientes, así como a sus estrategias de sostenibilidad establecidas, adquieren este tipo insumos. En este apartado se hace relevante para el cierre del modelo de negocio establecer alianzas con las refinerías, en Cartagena hay una como ya se mencionó y, esta sería el comprador del producto de la planta de RQ. Bajo ese escenario este último pilar no correspondería a la venta del aceite, sino a su inclusión en su inventario de la Refinerías como insumo, representando una fuente de abastecimiento de los productos que estas ofertan.

Un aspecto técnico que no se puede desconocer se refiere que, si bien la P y otras tecnologías de RQ son líderes debido a su robustez y viabilidad económica y permiten la conversión de residuos plásticos en productos químicos valiosos, requieren un mejor entendimiento de la química involucrada y diseños de reactores más innovadores para reducir las emisiones de gases de efecto invernadero [30][31].

Ese es un desafío técnico que deberá monitorearse en la puesta en marcha del proyecto.

El RQ también se enfrenta otros desafíos técnicos significativos, como mantener condiciones de proceso estrictas y la variabilidad en la composición de los residuos plásticos [31]

B. Validación del Modelo de operación de la planta

Se debe tener en cuenta los siguientes aspectos

1) *Pruebas en condiciones reales de operación*. Evaluar la eficiencia del proceso operativo en escalas mayores, incluyendo transporte, almacenamiento y tratamiento de residuos.

2) *Indicadores de desempeño (KPI)*. Medir tiempos de ciclo, rendimiento por tonelada de residuo, tasa de conversión a aceite, consumo energético y emisiones.

3) Evaluación regulatoria y cumplimiento ambiental. Asegurar que los procesos operativos cumplen normativas del Ministerio de Ambiente, ANLA, y autoridades locales.

4) *Alianzas logísticas y de proveeduría*. Validar los acuerdos con el o los (a futuro) rellenos sanitarios, operadores logísticos y centros de acopio que garantizarán el flujo constante de insumos.

5) Capacitación y curva de aprendizaje del talento humano. Monitorear el desempeño de operarios y técnicos, así como la adaptabilidad a los nuevos procesos tecnológicos.

VII. ASPECTOS SOCIALES Y DESAFÍOS DE LOS STAKEHOLDERS SECUNDARIOS

Manejar los stakeholders secundarios de manera efectiva, tomando en cuenta sus necesidades y requerimientos es parte fundamental del éxito de los proyectos, como estos se comportan y como dichos comportamientos son capaces de influenciar el proceso de toma de decisiones dentro del marco de la gestión del proyecto, particularmente como estas demandas son a través de un entorno dinámico, como el ciclo de vida de un proyecto tienen la capacidad de afectar en gran medida el desarrollo normal del mismo [37]. Dado el entorno dinámico en el que operan los proyectos, estos actores pueden afectar su desarrollo mediante estrategias de influencia en distintas fases del ciclo de vida del proyecto: preparación de la inversión, ejecución y operación. [38],[39].

Los stakeholders secundarios incluyen organizaciones o actores sin vínculos contractuales ni autoridad legal sobre la empresa, pero con capacidad de incidir en la gestión del proyecto. En este caso, se destaca la oposición de la comunidad étnica de Pasacaballos, representada por la Asociación de zonas cercanas al relleno sanitario, cuyo conocimiento normativo les permite influir directa e indirectamente en proyectos dentro de la zona industrial de Mamonal. Este acápite del análisis resulta clave para encadenar con lo expresado en los aspectos operativos del proyecto, cuando de se mencionaron los posibles beneficios del relleno sanitario al entrar en un contrato de proveeduría, que es requisito indispensable para el éxito de una planta de RQ de poliolefinas Vía P, dada su naturaleza de fuente de la materia prima requerida para el proyecto.

Los factores medioambientales y socioculturales, respaldados por la legislación colombiana, proporcionan un marco propicio para que la comunidad implemente estrategias de presión, asegurando que sus demandas sean consideradas, especialmente en las primeras etapas del proyecto.

Las estrategias de influencia a emplear con los Stakeholders en el contexto del proyecto de instalación de una planta de RQ de Poliolefinas para obtener aceite pirolitico, basadas en [40], [41, [42], [43],[44] se muestran en la Tabla I.

TABLA I
ESTRATEGIAS DE INFLUENCIA DE LOS STAKEHOLDERS SECUNDARIOS EN EL PROYECTO DE INSTALACIÓN DE UNA PLANTA DE RQ EN CARTAGENA

Retención directa o estrategia de usabilidad.	Las partes interesadas internas y relacionadas con el negocio restringen el acceso del proyecto a los recursos críticos que son controlados por los stakeholders (por ejemplo, subcontratistas, financiadores o agencias gubernamentales que conceden permisos). En las estrategias de uso directo, hay condiciones adicionales que no están directamente relacionadas con las transacciones comerciales.
Retención indirecta o estrategia de usabilidad.	Es más probable que estas estrategias sean empleadas por las partes interesadas secundarias para influir en el acceso del Proyecto. El acceso a los recursos que controlan los stakeholders relacionadas con el negocio. En las estrategias de uso indirecto, la parte interesada intenta incluir condiciones adicionales para el uso de los recursos
Estrategia de creación de recursos.	Las partes interesadas relacionadas con el negocio obtienen acceso a los recursos que son críticos para la ejecución del proyecto. Las partes interesadas secundarias adquieren recursos materiales e inmateriales como ordenadores, mano de obra, liderazgo, consenso y compromiso moral. Debido a la singularidad de los proyectos, las partes interesadas no suelen disponer de recursos adecuados en las primeras fases del Proyecto.
Estrategia de creación de coaliciones	Las partes interesadas tratan de encontrar una posición favorable en la red del proyecto y establecen alianzas con otras partes interesadas en el proyecto.

Estrategia de escalada del conflicto.	Las partes interesadas intentan involucrar en el conflicto a aquellas partes cuyas reclamaciones aumentan la de sus propias reivindicaciones. Las partes interesadas también pueden intensificar el conflicto más allá de las causas iniciales relacionadas con el proyecto (por ejemplo, políticas). Causas iniciales relacionadas con el proyecto (por ejemplo, políticas) y, por tanto, un proyecto puede convertirse en un escenario de batallas no relacionadas con el Proyecto
Comunicación y construcción de credibilidad estrategia	Las partes interesadas utilizan diferentes tipos de medios para comunicar y aumentar la legitimidad de sus reclamaciones y adquirir recursos, por ejemplo, personas capaces y con buena reputación.
Estrategia de acción directa	Las partes interesadas organizan protestas, boicots, manifestaciones y bloqueos de carreteras.

Fuente [32]

VIII. EVALUACIÓN FINANCIERA

La viabilidad financiera tiene como objetivo principal determinar si las ganancias futuras de un proyecto son suficientes para cubrir los costos, los gastos operativos y la inversión inicial, garantizando un retorno atractivo para los inversionistas. En el caso del negocio de RQ de poliolefinas, este análisis se fundamentó en indicadores económicos globales actuales y en las particularidades industriales y tecnológicas del sector del reciclaje en Cartagena y la región Caribe.

Un aspecto estratégico del proyecto es su proximidad al Parque Ambiental Loma de los Cocos, un relleno sanitario que brinda servicio a Cartagena y municipios cercanos. Según el informe de seguimiento a sitios de disposición final, este vertedero recibe, en promedio, 1.390 toneladas diarias de residuos [33], de las cuales en promedio el 14,15% corresponde a plásticos [34]. Esta disponibilidad garantiza un suministro constante de materia prima para el proyecto, con un costo estimado de 100 USD por tonelada.

Otro componente del análisis fue la inversión destinada a la adquisición e instalación de una planta modular, diseñada para procesar un promedio de 5 toneladas diarias de residuos plásticos [35], equivalentes a 1.650 toneladas anuales. Estas plantas tienen la capacidad de producir, en promedio, 1.485 toneladas de aceite de pirólisis al año, considerando una merma para la proyección financiera del 10%. Con una vida útil estimada de 15 años, esta inversión permite aprovechar economías de escala, incrementando significativamente la capacidad de producción y reciclaje, al tiempo que genera mayores márgenes de utilidad para el proyecto.

Un elemento destacado del proceso de RQ mediante plantas modulares es su bajo requerimiento de espacio. Estas plantas pueden ser instaladas en contenedores de al menos 40 pies [35], lo que facilita una implementación ágil, optimiza el uso del espacio disponible y reduce los costos asociados al arrendamiento.

Por otro lado, los principales costos y gastos identificados en el análisis de viabilidad financiera están asociados a la obtención de licencias para la construcción de la planta industrial, al consumo de energía eléctrica —dado el elevado costo del kilovatio hora en la Costa Caribe colombiana— y al pago de impuestos. Este último factor fue proyectado bajo un enfoque conservador, asumiendo que no se aplicarían beneficios tributarios, con el fin de garantizar mayor precisión en la proyección financiera.

Los ingresos operacionales se calcularon con base en el precio del aceite de pirólisis, vinculado a una fracción del comportamiento del precio mínimo del Brent durante el período 2022-2024 [36], lo que permitió proyectar un precio promedio de 739 USD por tonelada. Este aceite, considerado un sustituto de combustibles tradicionales como el diésel y la nafta, presenta un alto potencial de demanda en sectores como el energético, petroquímico e industrial. Su ventaja competitiva radica en ser una fuente energética derivada de materiales reciclables, como plásticos desechados, lo que no solo lo diferencia de los combustibles fósiles tradicionales, sino que también refuerza su competitividad en el mercado global.

Siguiendo una estrategia conservadora, se proyectó que durante el primer año la producción alcanzaría el 75% de su capacidad debido al proceso de acoplamiento, logrando su máxima capacidad a partir del segundo año. Además, se estableció una estructura financiera con un apalancamiento mínimo del 30% y una proporción mayoritaria de capital propio del 70%, considerando que se trata de un modelo de negocio emergente en la región Caribe y en Colombia.

Para evaluar la rentabilidad del proyecto, se utilizaron indicadores de decisión de inversión, como la tasa interna de retorno (TIR) y el valor presente neto (VPN) [37]. Ambas métricas se calcularon utilizando un costo promedio ponderado de capital (CPPC) del 10,43%, obtenido a partir de indicadores del sector, detallados en la Tabla II y en la Tabla III

TABLA II
COSTO DE CAPITAL

Dato	Indice o tasa
Tasa libre de riesgo (Rf)	4,65%
Beta del sector. (Green & Renewable Energy)	0,6
Beta del apalancado	0,717
Prima de mercado (Rm-Rf)	6,87%
Riesgo país (Colombia)	2.54%
Costo del capital	**12,12%**

Nota: Elaboración propia a partir de los datos obtenidos de Bloomberg
[4] Damodaran online [5]

TABLA III
COSTO DE LA DEUDA

Dato	Indice o tasa
Tasa de interés (i)	10%
Tasa impositiva (Tx)	35%
Costo de la deuda	**6,5%**

Nota: Elaboración propia. Datos utilizados para la construcción del costo de la deuda.

Con base en los supuestos previamente establecidos, se proyectaron dos flujos de caja para evaluar la rentabilidad:

el flujo de caja libre del proyecto (FCL), presentado en la Tabla IV, y el flujo de caja combinado (FCC), detallado en la Tabla V. El FCC incluye el flujo de caja de la deuda (FCD), el flujo de caja del accionista (FCA) y el escudo fiscal (AI). Todas las proyecciones se calcularon a precios constantes, considerando un horizonte temporal de 15 años, en línea con la vida útil estimada de la planta modular.

En el análisis del FCL, se obtuvo una TIR de 10,55% y un VPN cercano a 10 mil USD, lo que demuestra que el proyecto genera la rentabilidad necesaria para cubrir su costo de financiamiento (10,43% de CPPC) y, además, produce un excedente que incrementa el valor del capital para los inversionistas. De manera complementaria, el análisis del FCA arrojó una TIR del 12,24%, confirmando que el proyecto también resulta atractivo para los accionistas, al superar el costo de capital, estimado en 12,12%.

A pesar del enfoque conservador aplicado en la proyección financiera, la inversión en RQ de poliolefinas Vía Pirolisis continúa siendo rentable tanto para el proyecto como para los accionistas, considerando las condiciones sociales y ambientales de Cartagena y la región Caribe. Este proyecto no solo responde a las necesidades de desarrollo sostenible de la región, sino que también representa una oportunidad estratégica para posicionar a Cartagena como líder en RQ, generando impacto económico, social y ambiental.

Para finalizar para validar este modelo financiero en las fases que siguen, hay que: 1) Presentar en rondas de inversión el modelo ante inversionistas, bancos o fondos verdes para obtener feedback y compromisos de financiamiento; 2) Una vez iniciado el montaje, se deben ir contrastando ingresos y egresos reales con lo proyectado en el modelo, sobre todo ante cambios en variables críticas como el precio del aceite pirolítico, la tasa de reciclaje, o el costo de la materia prima (residuos); y 3) contar con un tercero independiente (auditoría externa) que valide supuestos, metodologías y proyecciones.

TABLA III
FLUJO DE CAJA LIBRE

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
UODI	0,00	64,69	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13	108,13
D&A	0,00	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96	100,96
KTNO	0,00	10,31	3,44	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
INV.	-1.514,4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
FCL	**-1.514,4**	**175,97**	**212,53**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**

Cifras en miles USD. Nota: Elaboración propia. La tabla muestra la proyección financiera del flujo de caja libre en un horizonte de 15 años

TABLA IV
FLUJO DE CAJA COMBINADO

AÑO	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
FCD	-454,32	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73	59,73
FCA	- 1.060,08	132,14	168,20	164,21	163,61	162,94	162,21	161,40	160,51	159,54	158,47	157,29	155,99	154,56	152,99	151,26
FCC	-1.514,4	191,87	227,93	223,94	223,34	222,67	221,94	221,13	220,25	219,27	218,20	217,02	215,72	214,29	212,72	210,99
A.I	0,00	15,90	15,40	14,85	14,24	13,58	12,85	12,04	11,15	10,18	9,11	7,92	6,63	5,20	3,63	1,90
FCC-AI	**-1.514,4**	**175,97**	**212,53**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**	**209,09**

Cifras en miles US. Nota: Elaboración propia. La tabla muestra la proyección financiera del flujo de deuda y del accionista en un horizonte de 15 años

IX. CONCLUSIONES

Al finalizar este documento se concluye que los aspectos técnicos, legales, de mercado, medioambientales, financieros, y sociales resultan claves para implementar el montaje de una planta de reciclaje químico de poliolefinas, considerando los desafíos y oportunidades que podrían presentarse. Es fundamental reconocer el papel de los grupos de interés, especialmente de las comunidades que van a ser afectadas por este tipo de proyectos, tener presente que el modelo de negocio para el montaje establece el desarrollo de alianzas con los rellenos sanitarios como estrategia de proveeduría de materia prima y por la viabilidad que esto genera a nivel financiero. La ciudad de Cartagena se proyecta como un área geográfica favorable por la cercanía entre el sitio final de disposición de desechos, la Refinería y el resto de los actores asociados.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Universidad Tecnológica de Bolívar en Cartagena de Indias, Colombia por brindar el tiempo necesario para la elaboración del presente estudio, cuyo propósito es proporcionar información que pueda servir de base para investigadores o grupos de interés que busquen utilizarla en la toma de decisiones o análisis posteriores van a ser afectadas por este tipo de proyectos, tener presente que el modelo de negocio para el montaje establece el desarrollo de

alianzas con los rellenos sanitarios como estrategia de proveeduría de materia prima y por la viabilidad que esto genera a nivel financiero. La ciudad de Cartagena se proyecta como un área geográfica favorable por la cercanía entre el sitio final de disposición de desechos, la Refinería y el resto de los actores asociados montaje de una planta de reciclaje químico de poliolefinas, considerando los desafíos y oportunidades que podrían presentarse. Es fundamental reconocer el papel de los grupos de interés, especialmente de las comunidades que.

REFERENCIAS

[1] B. Zhang, K. Hung Lai, B. Wang y Z. Wang, "Beneficios financieros de las prácticas anunciadas por las corporaciones para reciclar residuos industriales: evidencia empírica de la industria química en China", Resources, Conservation and Recycling, vol. 139, págs. 40–47, 2018, DOI: 10.1016/j.resconrec.2018.07.019.

[2] C.A. G. Cano. (2018). Los proyectos y sus dimensiones: una aproximación conceptual. Contexto, 7, 57-64. DOI: https://doi.org/10.18634/ctxj.7v.0i.885

[3] V. Tordecilla-Acevedo, S. Alvarez Monterrosa, and Ana S Cantillo, " Sustainability in the Chemical Recycling of Polyolefins: A Comprehensive Approach to the Plastic Industrly", LACCEI International Multi-Conference on Engineering and Education , 2024, doi: 10.18687/LACCEI2024.1.1.968.

[4] H. Jeswani., C. Krüger, M. Russ., M. Horlacher, F. Antony, S. Hann & A. Azapagic. (2021). Life cycle environmental impacts of chemical recycling via pyrolysis of mixed plastic waste in comparison with mechanical

[13]mical-recycling-in-north-america-polymers- markets/

[14] J. Denegri-Knott, D. Zwick, and J.E. Sc, "Mapping consumer power: an integrative framework for marketing and consumer research," *European Journal of Marketing*, pp. 950-971, 2006.

[15]A. Blum and R. Eke, "Tobacco control: all research, no action," *The Lancet*, pp. 2310-2311, 2021.

[16]World Pharma Today, "Berry Healthcare to provide certified circular polymers,".Consultedin February 2025[Online https://www.worldpharmatoday.com/news/berry-healthcare-underlines-global-sustainability-capabilities-with-full-iscc-accreditation/

[17]F.A. Puerta et al., "Financial sustainability in SMEs in the lodging sector: business models and transformations," 2024. [Online]. Available: http://hdl.handle.net/10882/14275.

[18]A. Ahamed, A. Veksha, K. Yin, P. Weerachanchai, A. Giannis, and G. Lisak, "Evaluación del impacto ambiental de la conversión de residuos plásticos de envases flexibles en aceite de pirólisis y nanotubos de carbono de paredes múltiples," Journal of dangerous materials, 2020, doi: 10.1016/j.jhazmat.2019.121449.

[19]K. Ragaert, L. Delva y K. Van Geem, "Mechanical and chemical recycling of solid plastic waste", Waste Manage., vol. 69, pp. 24–58, noviembre de 2017. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.wasman.2017.07.044.

[20]A. Bohre, P. R. Jadhao, K. Tripathi, K. K. Pant, B. Likozar y B. Saha, "Chemical recycling processes of waste polyethylene terephthalate using solid catalysts", ChemSusChem, marzo de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1002/cssc.202300142

[21]M. Klotz, C. Oberschelp, C. Salah, L. Subal y S. Hellweg, "The role of chemical and solvent-based recycling within a sustainable circular economy for plastics", Sci. Total Environ., p. 167586, octubre de 2023. [En línea].Disponible: https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.167586

[22]C. Darko, P. W. S. Yung, A. Chen y A. Acquaye, "Review and recommendations for sustainable pathways of recycling commodity plastic waste across different economic regions", Resour., Environ. Sustainability, p. 100134, agosto de 2023. [En línea]. Disponible: https://doi.org/10.1016/j.resenv.2023.100134

[23]C.M. Betancourt Morales and J.W. Zartha Sossa, "Economía circular en América Latina: una revisión sistemática de la literatura," Bus. Strat. Environ., vol. 29, no. 6, pp. 2479-2497, 2020.

recycling and energy recovery.. The Science of the total environment, 769, 144483 . https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144483.

[5] M. Davidson., R. Furlong & M. McManus. (2021). Developments in the life cycle assessment of chemical recycling of plastic waste – A review. Journal of Cleaner Production, 293, 126163. https://doi.org/10.1016/J.JCLEPRO.2021.126163.

[6] Departamento Nacional de Planeación (DNP), "Documento CONPES 3874 - Política Nacional para la Gestión Integral de Residuos Sólidos", 2016.

[7] Banco Interamericano de Desarrollo (BID), "Informe anual 2015: Reseña del año", 2016.

[8] Departamento Nacional de Planeación (DNP), Conpes 3934 de 2018. La Política de Crecimiento Verde

[9] Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, "Resolución 1407 de 2018: Por la cual se reglamenta la gestión ambiental de los residuos de envases y empaques de papel, cartón, plástico, vidrio, metal y se toman otras determinaciones,"2018.

[10]Acoplásticos, "ABC: Ley de plásticos de un solo uso," 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.acoplasticos.org/index.php/mnu-noti/412-boletines-2022-abc-ley-de-plasticos-hd-pdf.

[11]McKinsey & Company, "Advanced recycling: Opportunities for growth," May 16, 2022. [En línea]. Disponible en: https://www.mckinsey.com/industries/chemicals/our-insights/advanced-recycling-opportunities-for-growth.

[12]ICIS, "INSIGHT: Supply and demand for chemical recycling in North America polymers markets," September 24, 2021. [En línea]. Disponible en: https://www.icis.com/explore/resources/news/2021/09/24/10688533/insight- supply-and-demand-for-che

[24]Holman Ospina-Mateus, L. Marrugo-Salas, L. Castilla Castilla, L. Castellón, A. Cantillo, LM Bolivar, K. Salas-Navarro y R. Zamora-Musa, "Análisis en la investigación de economía circular en América Latina : Una revisión bibliométrica", Heliyon , vol. 9, núm. 9 de 2023, art. e19999, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e19999.

[25]Ministerio de Comercio, Industria y Turismo. Orden al mérito industrial por su jerarquía. República de Colombia. Decreto-1042-del-2-de-septiembre- de-2021

[26]El Colombiano. Cartagena un puerto estratégico. Consultado en febrero 2 de 2025. Disponible en https://www.elcolombiano.com/informes-comerciales/las-marcas-hablan/10-razones-que-hacen-de-cartagena-un-puerto- estrategico-AB25170891

[27]Biofabrik Project Description.(s.f.). Obtenido de https://webgate.ec.europa.eu/maritimeforum/en/node/4656

[28]Caribe Verde Cartagena . Caribe verde E:S:P. Disponible y consultado febrero 1 de 2024 en https://www.caribeverde.com

[29]Ministerio de Vivienda Ciudad y Desarrollo. República de Colombia. Disponible en https://normas.cra.gov.co/gestor/aseo_cto_relleno_sanitario.html

[30]J. Marda, J. DiBenedetto, M. Shannon, R. Evans, S. Czernik, J.F. Richard & A.Dean. (2009). Non-catalytic partial oxidation of bio-oil to synthesis gas for distributed hydrogen production. International Journal of Hydrogen Energy 34, 8519-8534.

[31] O. Dogu, M. Pelucchi, R. Van De Vijver, P. Van Steenberge, D. D'hooge,, A. Cuoci, M. Mehl, A. Frassoldati, T. Faravelli & K. Van Geem. (2021). The chemistry of chemical recycling of solid plastic waste via pyrolysis and gasification: State-of-the-art, challenges, and future directions. Progress in Energy and Combustion Science, 84, 100901. https://doi.org/10.1016/J.PECS.2020.100901.

[32]M. Solis & S. Silveira (2020). Technologies for chemical recycling of household plastics - A technical review and TRL assessment.. Waste management, 105, 128-138 . https://doi.org/10.1016/j.wasman.2020.01.038

[33]F.P Martelo & A. Cárdenas-Escobar. 2023. Managing interests, a methodology for determining the degree of influence within a project and managing its risk: The case of the Pasacaballos fishermen and the expansion of the Oiltanking Cartagena. Proceedings of the LACCEI international Multi-conference for Engineering, Education and Technology, Buenos Aires, 2023-July, Code 191862, ISBN 978-

628952074-3 Disponible en https://www.scopus.com/inward/record.uri?eid=2-s2.0-85172312643&partnerID=40&md5=d010a07a697b650200e2a02b0f01023
[34]Superservicios, «Informe de seguimiento a sitios de disposición final,» 2019.[En línea]. Available: https://www.superservicios.gov.co/sites/default/files/inline-files/caribe_verde_s.a._e.s.p.pdf.
[35] A. M. d. C. d. Indias, «Plan de Gestión Integral de Residuos: Sólidos del Distrito de Cartagena de Indias 2016-2027,» 2022. [En línea]. Available: https://www.cartagena.gov.co/sites/default/files/transparencia/documentos/20 22-07/Documento%20PGIRS%20actualizado.pdf.
[36]sihaienergytech, «Pyrolysis Plant,» 2025. [En línea]. Available: www.sihaienergytech.com/.
[37]Bloomberg, «Brent Crude Oil SL,» 2024-2022. [En línea]. Available: www.bloomberg.com/quote/BCOSLTR:IND.
[38]A. Damodaran, «Damodaran Online,» 2025. [En línea]. Available: pages.stern.nyu.edu/~ adamodar/.
[39]Kirsi & Jaakko. (2010). "A project lifecycle perspective on stakeholder influence strategies in global projects". Scandinavian Journal of Management Volume 26, Issue 4, December 2010, Pages 381-397
[40]P.W.G. Morris. Project organizations: Structures for managing change. In Kelley & J. Albert (Eds.), New dimensions of project management. Lexington, MA: Arthur D. 1982
[41]J.R. Turner. "The handbook of project-based management improving the processes for achieving strategic objectives (2nd ed.)". London: McGraw-Hill. 1999
[42]Aaltonen. A project lifecycle perspective on stakeholder influence strategies in global projects". Scandinavian Journal of Management (2010) 26, 381—397
[43]J. Frooman.. "Stakeholder influence strategies". The Academy of Management Review, 24(2), 191—205.1999
[44]J.R. Hendry. Stakeholder influence strategies: An empirical exploration. Journal of Business Ethics, 61, 79—99.2005
[45]T.J. Rowley & M. Moldoveanu. "When will stakeholder groups act? An interest- and identity-based model of stakeholder group mobilization" Academy of Management Review, 28(2), 204—219. 2003
[46]F.Martelo & A. Cárdenas. Managing interests, a methodology for determining the degree of influence within a project and managing its risk: The case of the Pasacaballos fishermen and the expansion of the Oiltanking Cartagena wharf. 21st LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education,and Technology. 2023. DOI:10.18687/LACCEI2023.1.1.417