

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Supply Chain Management and Competitiveness  
-Logística de Hidrocarburos en Colombia-

Trabajo de Grado

Daniel Forero Portela

Bogotá, Colombia

2020

**UNIVERSIDAD DEL ROSARIO**



Supply Chain Management and Competitiveness  
-Logística de Hidrocarburos en Colombia-

Trabajo de Grado

Daniel Forero Portela

Tutor: Myriam Liliana Rivera

Programa: Administración en Logística y Producción

Bogotá, Colombia

2020

## TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	6
PALABRAS CLAVE.....	6
ABSTRACT.....	7
KEYWORDS .....	7
1. CONTEXTO E HISTORIA DE LOS HIDROCARBUROS .....	8
1.1. Colombia .....	10
2. CADENA DE ABASTECIMIENTO Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS .....	15
2.1. Upstream:.....	15
2.2. Midstream: .....	16
2.3. Downstream.....	18
3. OPORTUNIDADES DE VALOR .....	20
3.1. Oportunidades en Colombia .....	20
4. CONCLUSIONES .....	24
5. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA.....	25

## INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Caracterización de las Cuentas Sedimentario Productoras en Colombia .....	12
Tabla 2: Comportamiento del PIB por Ramas de Actividad Económica, 2017.....	13
Tabla 3: Comportamiento del PIB actividad Explotación de Minas y Canteras 2017.....	14
Tabla 4: Tipos de Crudo.....	16
Tabla 5: Impacto Ambiental.....	22

## INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Países productores de petróleo.....	10
Ilustración 2: Países Consumidores de petróleo.....	10
Ilustración 3: Principales Campos Productores en Colombia.....	12
Ilustración 4: Producción Fiscalizada en Colombia 2018.....	13
Ilustración 5: Etapas Cadena de Valor de Hidrocarburos .....	15
Ilustración 6: Cadena de Valor de Hidrocarburos.....	19

**SUPPLY CHAIN MANAGEMENT AND COMPETITIVENESS**  
**LOGISTICA DE HIDROCARBUROS EN COLOMBIA**

**RESUMEN**

La Logística de los Hidrocarburos es conocida y estudiada a lo largo de tres etapas llamadas: upstream, midstream y downstream, estas fases conforman la cadena de valor de los hidrocarburos abarcando desde el descubrimiento del yacimiento y la exploración, pasando por una fase de gestión, construcción y desarrollo de una infraestructura para transportarla a los centros de refinación y finalmente la etapa de la distribución al consumidor final. El petróleo es hoy uno de los recursos más importantes e imprescindibles para la vida humana, ya que es el combustible de los 1.350 millones de autos que están circulando alrededor del mundo. Este recurso natural no renovable también se utiliza para producir el plástico uno de los materiales más apetecidos y consumidos en la tierra; la electricidad de los hogares y las fabricas es otro de los usos de la combustión de este recurso, inclusive se encuentra en el fertilizante para la tierra. En América Latina es el Gobierno quien, por medio de las petroleras estatales, opera esta actividad, diferente es el caso en algunos países europeos donde el almacenamiento y el transporte se distribuyen en varias empresas integradas verticalmente. Existen otros países como España que opera bajo un cuasi monopolio regulado. En Colombia, Ecopetrol es la compañía que lidera la logística de hidrocarburos en todo el país invirtiendo y desarrollando el negocio según las necesidades de comercialización y venta, ya sea en puertos para exportación o en centros de refino para transformación de la Materia Prima.

**PALABRAS CLAVE**

Hidrocarburos, Cadena de suministro, Upstream, Midstream, Downstream

## **ABSTRACT**

Hydrocarbon Logistics is known and studied throughout three stages of the process called: upstream, midstream and downstream, these phases make up the hydrocarbon value chain, ranging from the discovery of the deposit and its exploration, then through a phase of management, construction and development of an infrastructure to transport the raw material to the refining centers, finally the stage of distribution to the final consumer. Hydrocarbons are one of the most important and essential resources for human, it is the fuel for the 1,350 million cars that are around the world. This non-renewable natural resource is also used to produce plastic, one of the most desired and consumed materials on earth; Electricity from homes and factories is another use of the combustion of this resource, it is even found in fertilizer for the earth. In Latin America is the Government that operates this activity through state oil companies, this is different in some European countries where storage and transportation are distributed in various vertically integrated companies. There are other countries like Spain that operates under a regulated quasi-monopoly. In Colombia, Ecopetrol is the company that leads the logistics of hydrocarbons throughout the country, investing and developing the business according to the needs of commercialization and sale, either in ports for export or in refining centers for transformation of the Raw Material.

## **KEYWORDS**

Hydrocarbons, Supply chain, Upstream, Midstream, Downstream

## 1. CONTEXTO E HISTORIA DE LOS HIDROCARBUROS

Desde el año 3.000 a.C se conocen los primeros usos de los hidrocarburos. Los babilonios (antiguos habitantes de Irak) usaban los hidrocarburos para impermeabilizar los botes y también como argamasa o mezcla de materiales para la construcción para fijar ladrillos o para cubrir las paredes. Por otro lado, los egipcios lo usaban para preservar los cadáveres.

A mediados del siglo XIX nació la industria petrolera la cual inició con el descubrimiento del primer pozo en los Estados Unidos, allí se creó el primer pozo comercial en Titusville, Pensilvania usando tubería para recubrir los hoyos. En 1885 Karl Benz, un ingeniero alemán inventó el primer auto que funcionaba con un subproducto del queroseno llamado gasolina, que hasta hoy la sociedad sigue utilizando y con mayor frecuencia y cantidad. (BBC, 2015).

A siglo XX se descubrió el petróleo en territorio árabe y en el medio oriente, estas regiones carecían de la tecnología y conocimiento de la extracción de petróleo lo cual les permitió a las compañías occidentales adquirir los derechos de explotación relativamente bajos. En 1914 durante la Primera Guerra Mundial, se evidenció la importancia del petróleo para la defensa de las naciones debido a su uso para los tanques y barcos de guerra y para los camiones. Los buques comenzaron a usar gasolina y dejar el carbón.

En 1944, al finalizar la Segunda Guerra Mundial, fue evidente para los líderes de la posguerra que el petróleo era un recurso muy valioso pues su control había sido clave para ganar la guerra, ese mismo año se firmó el Acuerdo Petrolero Angloamericano (BBC, 2015). En 1956, el Canal de Suez terminó siendo una ruta importante para la distribución del petróleo de medio oriente. Egipto recuperó el control del canal y los países de medio oriente renegociaron los contratos existentes para quedarse con mayor proporción de ganancias. En 1973 fue la primera crisis de petróleo debido a que el suministro escaseó y los precios se cuadruplicaron, esto llevó a los gobiernos occidentales a empezar a explorar nuevas fuentes para evitar el dominio del medio oriente.

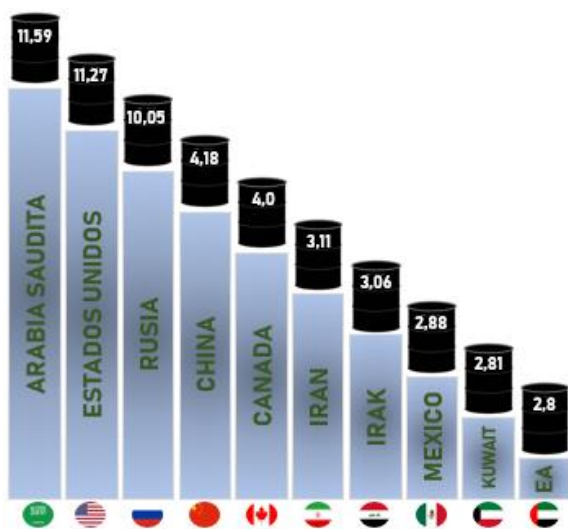
En 1990 Irak invadió Kuwait y capturó sus pozos petroleros, prendiendo 700 yacimientos, Estados Unidos decidió intervenir ya que buscaban mantener que el petróleo fluyera ya que no convenía para ninguno que este recurso tan vital para la humanidad escaseara.

En 1998 Occidente desarrolló una técnica de “Fracturación Hidráulica”, esta técnica consistía en bombear fluidos a presión en lugares quebrados del suelo permitiendo la extracción del petróleo que se encontraba en las rocas, esta industria se volvió muy rentable para los Estados Unidos. En 2015, el precio del petróleo colapsó por los altos niveles de producción en las naciones árabes, la intención era perjudicar a los rivales que dependían de los altos precios del petróleo.

Para esta época Estados Unidos pasó de ser el mayor importador al mayor productor con la técnica de fracturación hidráulica, sin embargo, esto provocó una sobre oferta en el mercado y por consiguiente una reducción del precio del petróleo. Para la restauración, se establecieron medidas apropiadas de regulación, así se disminuyó la producción del crudo en los principales países exportadores e inmediatamente se recuperó el precio rentable. Al final, la restauración del precio de este hidrocarburo correspondió al establecimiento de un balance, con medidas apropiadas de regulación. Esto es, disminuyendo la producción de crudo en los principales países exportadores con el fin de recuperar un precio rentable para la venta de este. (BBC, 2015)

Ilustración 1:

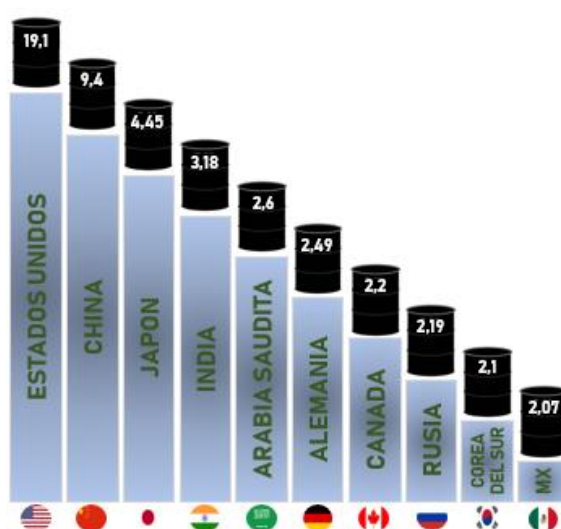
*Países productores de petróleo.*



**Fuente:** Elaboración propia, Colombia ocupa el puesto 23. Cifras en Millones de barriles por día (cia.gov, 2018).

Ilustración 2:

*Países Consumidores de petróleo*



**Fuente:** Elaboración propia, Colombia ocupa el puesto 42) Cifras en Millones de barriles por día (indexmundi.com, 2018).

## 1.1. Colombia

Colombia se encuentra entre las cinco primeras fuentes de importación de petróleo crudo de Estados Unidos, detrás de Canadá, México, Arabia Saudita e Irak, según la estadística de la Administración de Información Energética de Estados Unidos (BBC.com, 2018). La industria de hidrocarburos se ha visto afectada por la volatilidad internacional de los precios y la ausencia de zonas de explotación; esta explotación de Hidrocarburos se considera un recurso vital para el desarrollo de la sociedad

En Colombia, es la Dirección de Hidrocarburos se encarga de proyectar los planes, programas y proyectos de desarrollo del sector de hidrocarburos, en concordancia con los Planes Nacionales de Desarrollo (minenergia.gov.co, 2013)

El área de Hidrocarburos del Ministerio de Minas y Energía apoya la implementación de las políticas que involucran a las distintas operaciones de exploración y explotación de hidrocarburos a lo largo y ancho del territorio nacional, formulando los lineamientos relacionados con la gestión integral del petróleo, gas y biocombustibles (minenergia.gov.co, 2013)

En Colombia se conoce la existencia de este recurso en 1536 con Gonzalo Jiménez de Quesada, pero hasta 1903 se estructuró la primera reglamentación en el Gobierno Rafael Reyes donde se creó el Decreto No.34 el cual otorga el poder a concesiones petroleras y en 1919 que nace la primera concesión Mares a la Tropical Oil Company y en 1951 nace la Concesión Mares que después se convertiría en Ecopetrol. En 1983 Se descubre yacimiento Caño Limón y para 1988 ya se había perforado 73 pozos A3. En 2003 se crea de Agencia Nacional de Hidrocarburos en Colombia, con el objetivo de administrar todas las reservas de hidrocarburos de propiedad del país con el fin de hacer más competitivo a Ecopetrol reduciendo sus labores a trabajar únicamente en el negocio petrolero en todas y cada una de las etapas de la cadena de valor de los hidrocarburos: explorar, producir, transportar, refinar y comercializar hidrocarburos. La ANH adquiere de Ecopetrol labor administrativa y regulador de los recursos de la nación y así surge un nuevo contrato de regalías, impuestos y derechos, contemplando tres etapas: exploración, evaluación y explotación con una participación para el estado de 50% a 60%. En 2010 nace la constitución Sistema General de Regalías y para este año 2018 el sector vive un crecimiento entre el 30% y el 45% y a la fecha se planean inversiones de 4.900 millones de dólares. En 2003 se crea la Agencia Nacional de Hidrocarburos, ANH bajo el siguiente decreto número 1760 de 2003.

*“Créese la Unidad Administrativa Especial denominada Agencia Nacional de Hidrocarburos ANH -, entidad adscrita al Ministerio de Minas y Energía, con personería jurídica, patrimonio propio, autonomía administrativa y financiera, sometida al régimen jurídico contenido en el presente Decreto”*

(ecopetrol.com.co, 2014)

Tabla 1:






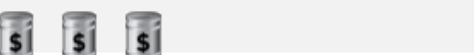

*Caracterización de las Cuentas Sedimentario Productoras en Colombia*

Cuenca	Área (km2)	Departamentos	Tipo de Producción
Llanos Orientales	225.603	Arauca, Casanare, Meta, Vichada y cesar	Petróleo y Gas Natural
Caguán - Putumayo	110.304	Putumayo, Cauca y Nariño	Petróleo
Cordillera Oriental	71.766	Boyacá y Casanare	Petróleo
Guajira y Guajira Offshore	66.639	Guajira	Gas Natural
Valle Inferior del Magdalena (VIM)	38.017	Bolivar, Sucre, Córdoba y Magdalena	Petróleo
Valle Medio del Magdalena (VMM)	32.949	Antioquia, Cesar, Santander, Boyacá y Cundinamarca	Petróleo
Valle Superior del Magdalena (VIM)	21.513	Tolima, Huila y Cundinamarca	Petróleo

Fuente: Elaboración Propia, tomado de la página de la AHN y Acipet

Ilustración 3:

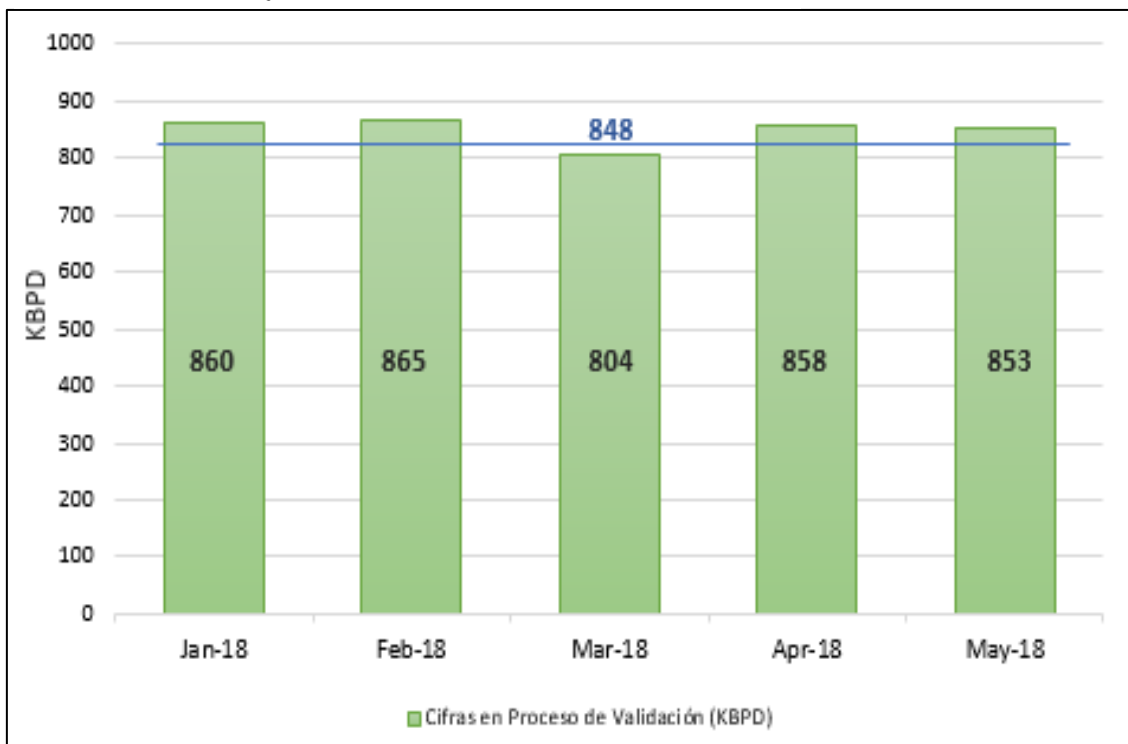
*Principales Campos Productores en Colombia*

Campo Rubiales - Puerto Gaitán -	132.000 barriles/día	
Campo Castilla - Castilla la Nueva -	121.363 barriles/día	
Campo Chichimene - Castilla -	74.052 barriles/día	
Campo Quifa -	46.557 barriles/día	
Pauto Sur -	26.553 barriles/día	
La Cira - Infantas -	32.902 barriles/día	
Caño Limón -	20.930 barriles/día	

Fuente: Elaboración Propia (eltiempo.com, 2017)

Ilustración 4:

*Producción Fiscalizada en Colombia 2018*



**Fuente:** Elaboración Propia tomado de la página de la AHN, Información de la producción diaria estimada promedio mensual de petróleo con corte a 31 de mayo de 2018 (853 KBPD = Thousand Barrels Per day)

Tabla 2:

*Comportamiento del PIB por Ramas de Actividad Económica, 2017*

Ramas de actividad	Variación Porcentual (%)		
	Anual	Trimestral	Año Total
Agricultura, ganadería, caza, silvicultura y pesca	1,0	-2,0	4,9
Explotación de minas y canteras	0,5	-1,0	-3,6
Industria manufacturera	-1,4	0,0	-1,0
Suministro de electricidad, agua y gas	2,3	0,9	1,1
Construcción	-0,6	0,0	-0,7
Comercio, reparación, restaurantes y hoteles	0,3	-0,1	1,2
Transporte, almacenamiento y comunicaciones	-1,0	-0,9	-0,1

Establecimientos financieros, seguros, actividades Inmobiliarias y servicios a las empresas	3,4	0,5	3,8
Actividades de servicios sociales, comunales y personales	3,7	0,9	3,4
Subtotal valor agregado	1,3	0,1	1,5
Impuestos menos subvencionales sobre la producción e importaciones	3,9	1,0	3,9
<b>PRODUCTO INTERNO BRUTO</b>	<b>1,6</b>	<b>0,3</b>	<b>1,8</b>

Fuente: DANE – Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

Tabla 3:

*Comportamiento del PIB actividad Explotación de Minas y Canteras 2017*

Ramas de actividad / Producto	Variación Porcentual (%)		
	Anual	Trimestral	Año Total
Extracción de carbón mineral	0,8	0,3	-0,4
Extracción de petróleo crudo y gas natural	1,9	-1,2	-3,9
Petróleo Crudo	1,9	-0,9	-3,9
Gas Natural	-0,4	-6	-7,4
Extracción de minerales metalíferos	-15,7	-6,5	-16
Hierro	50	0	8,3
Níquel	5,2	-5,5	-1
Oro	-37,1	13,5	-33,5
Platino y Plata	-70	-45,5	-38
Extracción de minerales no metálicas	-0,6	4,1	-1,9
Minerales no metálicos	0,9	-5,6	-0,7
Evaporitas	0	-16,7	-5,6
Minerales no metálicos para usos industriales	-0,8	0,8	-2,4
Esmeraldas	-12,8	74,4	-10,4
Explotación de minas y canteras	0,5	-1	-3,6

Fuente: DANE – Dirección de Síntesis y Cuentas Nacionales

## 2. CADENA DE ABASTECIMIENTO Y LOGÍSTICA DE HIDROCARBUROS

Ilustración 5:

*Etapas Cadena de Valor de Hidrocarburos*



Fuente: Elaboración propia

### 2.1. Upstream:

Es la primera etapa la cual abarca los procesos de contratación la cual es la fase de evaluación técnica de exploración y producción, esta se utiliza como figura legal donde se configura la estructura técnica y legal, que junto con las obligaciones en materia de regalías e impuestos, determinan los compromisos de las partes y la distribución de las distintas rentas petroleras, aquí se recoge y recopila toda la información necesaria para localizar áreas específicas donde probablemente se encuentran minerales, luego se procede al proceso de perforación y finalmente la extracción (Banco de la República, 2012); en la exploración se consolida toda la información geográfica recogida (sísmica y perforación exploratoria) con el objeto de identificar potenciales yacimientos de hidrocarburos ya sea sísmica terrestre o sísmica marina, finalmente la perforación el cual es un proceso que puede durar entre un mes y un año dependiendo de la complejidad geológica la torre o taladro. En las superficies se utilizan diferentes impurezas del crudo, así mismo se hace la separación entre sedimentos, agua, petróleo limpio y gas natural. Para el caso del gas

se almacena mediante compresión o se convierte en gas licuado para el transporte todo esto para la posterior producción de petróleo y Gas Natural.

Tabla 4:

*Tipos de Crudo*

CRUDO	CARACTERÍSTICAS	API	DENSIDAD	TRANSPORTE
Ligero	Con este se obtiene el combustible en forma de Diesel, queroseno o gasolina	30-40°	0.87 - 0.83 g/cm <sup>3</sup>	
Mediano	Con este se obtiene combustible y materia prima de polímeros y parafinas	22- 29.9°	0.92 - 0.87 g/cm <sup>3</sup>	Transporte y extracción sencilla, para refinar en combustibles y derivados.
Pesado	Con este se obtienen parafinas, polímeros, aceites y combustibles	10- 21.9°	1.00 - 0.92 g/cm <sup>3</sup>	
Extra pesados	Es el tipo de crudo que no fluye fácilmente	Menos 10°	> 1.00 g/cm <sup>3</sup>	Transporte y extracción compleja, ideal para derivados.

Fuente: Elaboración Propia

## 2.2. Midstream:

Es la segunda etapa, este segmento intermedio se concentra en el procesamiento, transporte y almacenamiento de petróleo de crudo y gas natural aquí el proceso Distribución y Suministro de Hidrocarburos consiste en transportar los Hidrocarburos desde la ubicación del pozo hasta los puntos principales de almacenamiento, procesamiento y distribución, como estaciones de bombeo, refinerías o centros de comercialización (como los puertos). Los hidrocarburos regularmente se transportan por medio de oleoductos, carrotanques y buques (para el caso del petróleo) y gasoductos para el gas. Está formada por cuatro grandes componentes, recolección, procesamiento, transporte y almacenamiento.

**La Recolección:** Donde el petróleo se transporta por medio de una telaraña de tubería de diámetro pequeño hasta la ubicación central donde es almacenado en un tanque de gran volumen y después es enviado a los centros de refinería, ya sea por camión, por tubería, barcos o rieles. El Gas Natural no puede ser almacenado cerca al pozo y es transportado por tubería de diámetro pequeño a las instalaciones de procesamiento para remover el agua y las impurezas y separar los Líquidos del Gas Natural o NGLs (Natural Gas Liquids por sus siglas en Ingles).

**El Procesamiento:** Requiere superficies diseñadas para medir la tasa de producción de crudo, gas y agua desde el depósito y separar el crudo y el gas de las aguas residuales como remover impurezas para almacenar temporalmente el crudo y el gas antes de estar listo para ser transportado. Estas plantas de fraccionamiento separan los NGLs de la producción del Gas Natural, los cuales se usan como componentes de mezcla. Aquí las refinерías cumplen una labor primordial en la cadena ya que en son las que transforman el petróleo someténdolo a elevadas temperaturas (más de 400°C) para obtener productos derivados.

**El Transporte:** Se efectúa después del procesamiento, los hidrocarburos son enviados por grandes y complejas infraestructuras de distribución por medio de tuberías de transmisión. LNG es Gas Natural que debe ser convertido a líquido para facilitar el transporte y el almacenamiento. Esto ocurre cuando el gas es congelado a 126° Centígrados, los grandes buques de LNG son usados para transportar Gas Natural para envíos internacionales y para transportar el crudo, los oleoductos son el más seguro y eficiente método de distribución, sin embargo, los camiones y trenes son más flexibles en términos de tiempo y facilidad de envíos a múltiples destinos.

**El Almacenamiento:** Suele ser en baterías de tanques de campo, en terminales de productos a Granel, en tanques de refinería o de retención. Por otro lado, el gas Natural, por su gran volumen y alta presión, es generalmente almacenado bajo tierra hasta que está listo para ser transportado al mercado, los espacios más comunes suelen ser depósitos de gas agotados, cavernas de Sal o Acuíferos

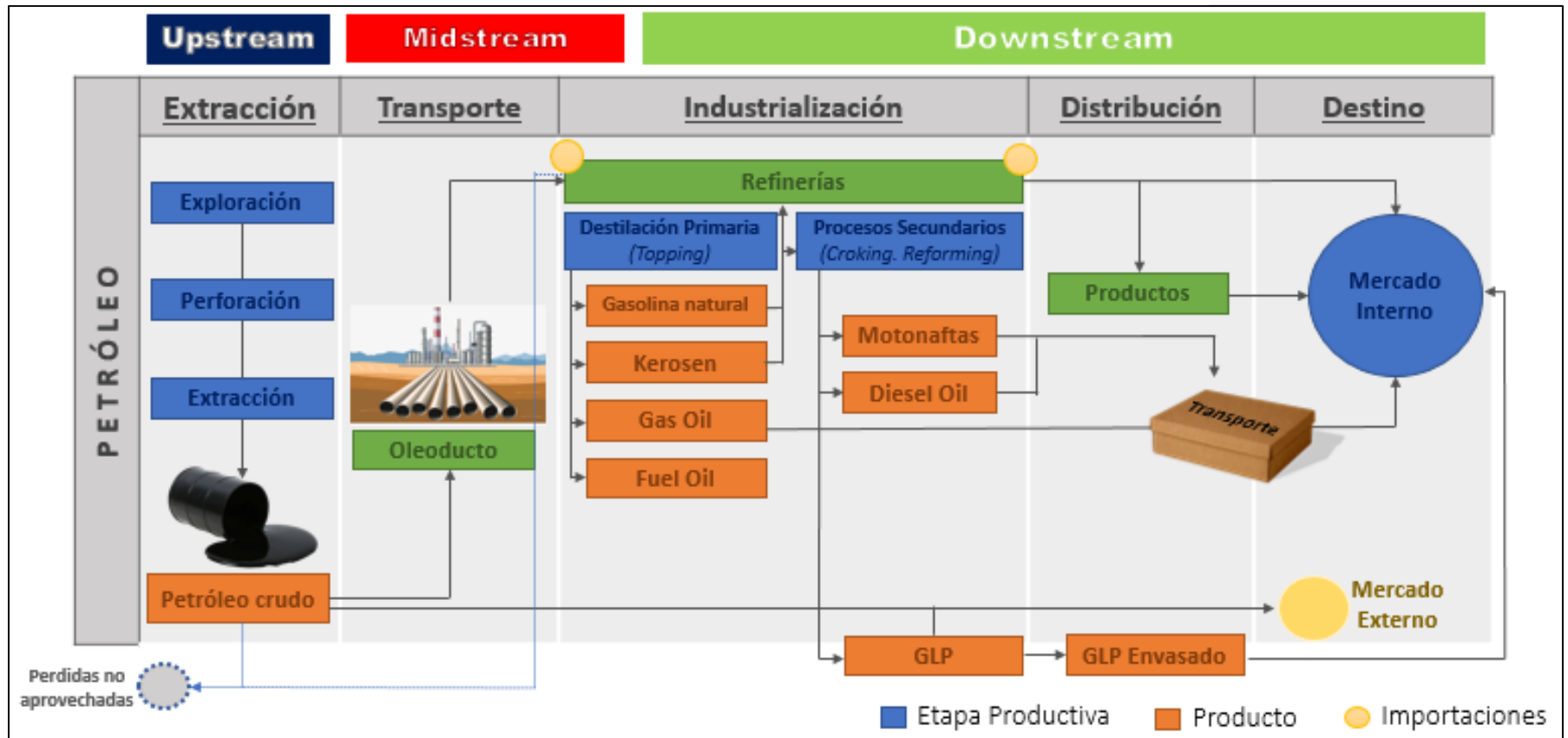
### **2.3. Downstream**

Es el sector final de la industria del petróleo, incluye todo lo relacionado con convertir los hidrocarburos ya sea el Gas Natural o el Petróleo en miles de productos terminados de los que dependemos todos los días:

***El Transporte*** Para el transporte a las refinerías o puertos de exportación se usan tubos de acero llamados ductos que van a dos metros bajo tierra o sobre esta, atravesando diferentes escenarios topográficos, también se usa transporte automotor en los casos que no hay ductos.

***Las Ventas Comerciales y Minoristas:*** Aquí se realizan las actividades de carácter comercial para disponer el producto hacia los usuarios finales. Suelen utilizarse distribuidores mayoristas o minoristas.

Ilustración 6:  
Cadena de Valor de Hidrocarburos



Fuente: Elaboración Propia

### 3. OPORTUNIDADES DE VALOR

#### 3.1. Oportunidades en Colombia

*Negocios con Infraestructuras de Transporte y Logística de Petróleo:* Los oleoductos en Colombia son infraestructuras deterioradas y al pasar de los años se corroen más, esto les facilita a los delincuentes romper las tuberías y robar petróleo cuando es transportado por este medio, Ecopetrol en conjunto con el Instituto Colombiano de Petróleo, creó unas “pelotas” de diferentes dimensiones con un material en polímeros que no se deforman en contacto con los hidrocarburos, esto permitiría disminuir el robo de combustibles que es una realidad con alto impacto en el negocio de los Hidrocarburos.

La empresa Atmos International con su tecnología Theft y Petroline ha desarrollado una tecnología que, por medio de sensor ultrasonido, se controlan y monitor en los niveles de combustible y cuando se presenta un hurto de gasolina, crudo u otros derivados del petróleo, en la Sala de Operaciones inmediatamente se dan cuenta por diferencias de presión. Ecopetrol ha implementado esta tecnología y cuando se presenta una diferencia de presión envían estas pelotas por la tubería y ellas viajan por el flujo, tan pronto llegan al sitio del robo, y por diferencia de presión, tapan el agujero que han hecho los que realizan el hurto. Este proceso es preventivo, se realiza mientras se llega al sitio a realizar la reparación. Esta iniciativa, otorgada como patente a Ecopetrol, redujo pérdidas superiores a los 120 millones de dólares desde 2015 ([www.elespectador.com](http://www.elespectador.com), 2015). Ecopetrol desarrolló un “Sistema de detección de fugas preventivas, al utilizar esta tecnología para identificar con precisión la localización de las perforaciones ilícitas. La efectividad de la estrategia logró una disminución en el robo de refinados al reducir de 7.270 bpd calendario en 2002 a 41 barriles diarios en 2017 ([www.manufactura.mx](http://www.manufactura.mx), 2017)

Los derrames causados por hurto en Europa representan entre un 10-15% de todos los eventos de derrames en un año. Estos robos han venido disminuyendo a medida que las personas que ocasionan los hurtos son conscientes de la presencia de sistemas de detección de robos, esto es un reto mayor para la industria y la tecnología actual.

Atmos international con su tecnología Theft Net combina soluciones de hardware para recopilar información y analizar datos de oleoductos. Esta tecnología apta para tuberías que se encuentran en áreas sin energía o incomunicadas. Esta tecnología utiliza sensores para medir los cambios mínimos en la tubería. (atmosi.com, 2017) Shell cuenta con 50 sistemas de Atmos Individuales que incluyen detección de fugas, simulación y seguimiento de Lotes. También Gasso quien opera la red de tuberías submarinas más grandes del mundo. El software de simulación se ha aplicado con éxito en la red de gas submarino de 7.800 km esto ha permitido a los operadores predecir las tendencias de presión y optimizar el programa operativo ahorrando alrededor de 7.5 millones de dólares en 2013. (atmosi.com, 2013)

Petroline, ha desarrollado una tecnología innovadora para evitar robo de combustibles mediante dispositivos móviles monitoreando a distancia el nivel y el consumo. Por medio de un sensor ultrasonido, el sistema Control Tank monitorea los niveles de combustible del estanque este emite una señal que transfiere los datos al servidor. En caso de que baje el nivel de combustible, se envía un mensaje o correo electrónico avisando la detección de la anomalía. (agriculturers.com, 2018).

***Iniciativa de Logística Inversa:*** Las Borrás o residuos de hidrocarburos que quedan en los tanques generadas de la industria del petróleo, se forman después de largos periodos de tiempo por sedimentación y aglomeración, uno de los problemas ambientales más peligrosos. En Ecopetrol, cuando las borras son extraídas de los tanques, son depositada en piscinas especializadas que al dejarlas por un periodo de tiempo se logran separar los hidrocarburos de forma natural. En la India, las Refinerías generan alrededor de 50.000 toneladas anuales de lodos con contenido de hidrocarburo entre 30-40%, lo cual está valorada en alrededor de 5,5 millones de rupias. La flotación de la espuma es una técnica ampliamente utilizada en la minería, industrias metalúrgicas y de minerales, debido a su muy alto rendimiento y eficiencia.

Por otro lado, la producción de gasolina, Kerosene y Diesel a partir de residuos del plástico se realiza mediante un proceso llamado pirolisis la cual es una tecnología emergente que permite una solución para la disposición final de residuos plásticos. La Pirolisis es un proceso mediante el cual se produce la degradación térmica de los residuos en ausencia de oxígeno y aire. Durante la pirolisis, los materiales poliméricos se calientan a altas temperaturas, de manera que sus estructuras

macromoleculares se descomponen en moléculas más pequeñas, dando lugar a una amplia gama de hidrocarburos líquidos y gaseosos. No requiere separación previa de las diferentes clases de plástico y no es muy exigente en cuanto a la limpieza de estos. (Calderón Sáenz, F., & Pavlova, M. (2018). Dr Calderon Labs.)

Tabla 5:

*Impacto Ambiental*

Impactos Positivos	El impacto ambiental del proceso	Impacto ambiental del combustible
Menor desperdicio y residuos enviados al relleno sanitario.	No necesita agua corriente.	Los combustibles derivados de basuras plásticas poseen una pureza alta, ya que pasan por el proceso de refinación en el cual se eliminaron la mayor parte de impurezas, especialmente de azufre, nitrógeno y metales pesados.
Disminución de la contaminación de playas, ríos y océanos y contribución para la limpieza de estos.	No produce efluentes líquidos.	Se puede garantizar la composición de los combustibles derivados de residuos plásticos cuando se seleccionan correctamente las materias primas
Reducción de emisiones de CO <sub>2</sub> en el transporte del petróleo.	No produce efluentes gaseosos, ya que el gas sobrante es utilizado como combustible en el mismo proceso.	Los combustibles derivados de residuos plásticos no contienen heteroátomos tales como Azufre, Cloro, Nitrógeno, Fosforo, Bromo ni Flúor y no producen una contaminación apreciable al ser utilizados como combustibles vehiculares. Su combustión, producirá solo CO <sub>2</sub> y vapor de Agua.
Reducción de las emisiones de Metano en los rellenos Sanitarios.	Como el plástico no se incinera, no hay emisión de dioxinas ni foranos,	
Más empleo para recicladores	No hay necesidad de combustibles adicionales a los que produce el mismo proceso. Solo se requiere una pequeña porción de combustible externo al iniciar el proceso.	
	El proceso se realiza en circuito cerrado.	
	El consumo de energía eléctrica es muy bajo.	

Fuente: Elaboración Propia (Calderón, 2014)

*Software en Tiempo Real y Buenas Prácticas Internacionales:* Ecopetrol para su gestión de oleoductos, implementó el software SCADA-OASYS para la descentralización de Operaciones y se adecuó una nueva sala de operaciones de Control Central que utilizan todas las compañías petroleras en el mundo, la cual monitorea y controla la operación remotamente desde un solo lugar.

Se estableció el uso de Marranos inteligentes *POLLYPIGS*, es una técnica que permite revisar interiormente el estado de las tuberías. Permite controlar desgaste por fricción del flujo y además a limpiar internamente la tubería.

Se desarrolló la etapa *MIDSTREAM* la cual fue creada para dividir la etapa del downstream y que sea más específica de lo que es la distribución y transporte intermedio entre el Upstream y el Downstream.

#### 4. CONCLUSIONES

En Colombia se evidencia bastante variedad de oportunidades de negocio para trabajar los hidrocarburos, si bien Ecopetrol como empresa destacada y pionera en Colombia ha implementado mejoras innovadoras y tecnológicas en los procesos de Upstream, Midstream y Downstream; la operación global cada vez es más dinámica y obliga a la industria a actualizarse y tecnificarse, esto requiere invertir en toda la cadena de valor para no solo satisfacer la demanda nacional e internacional sino también para contribuir con en cuidado el medio ambiente.

La aplicación de tecnologías más avanzada en la cadena de abastecimiento de los hidrocarburos desarrolla y permite mejoras eficientes y eficaces en los procesos y mitiga los riesgos como lo es el contar con un software que permite dar seguimiento al procesamiento en tiempo real en cada una de las etapas de la cadena de valor en aras de actuar inmediatamente se presenten novedades o prever errores y riesgos.

El sector de los hidrocarburos es uno de los más prometedores en el país, inclusive los últimos años se han desarrollado nuevos proyectos de Offshore (extracción de hidrocarburos en el mar) que han incentivado a los inversionistas extranjeros lo cual ha sido fundamentales para el desarrollo del sector en el país.

Las Instituciones como la ACP, ANH, ICP y la ACIPET han estado trabajado conjuntamente para mejorar las condiciones y desarrollar el sector y las refinadoras como Reficar las cuales le dan la oportunidad al país de agregar valor a un *commoditie* como lo es el crudo del petróleo y llamar la atención de los inversionistas; a mayor inversión en este sector, mayor valor que se puede agregar al producto y por consiguiente mayor ganancia para el sector.

Las cuestiones ambientales perjudican el funcionamiento sostenible del sector, además que entorpece los procesos de la cadena de abastecimiento, por esto es importante seguir indagando e investigando nuevas oportunidades de Logística Inversa como lo ha estado trabajando Ecopetrol, los desperdicios de este recurso son aprovechables y reutilizables lo que permite dar una utilización de los hidrocarburos hasta un 100% de sus componentes.

## 5. REFERENCIAS Y BIBLIOGRAFIA

- .eltiempo.com. (n.d.). From <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/los-20-campos-petroleros-de-colombia-con-mayor-produccion-84750>
- agriculturers.com. (2018, Octubre 10). *Innovadora tecnología para evitar robo de combustibles*. From agriculturers.com: <http://agriculturers.com/innovadora-tecnologia-para-evitar-robo-de-combustibles/>
- atmosi.com. (2013). *Application Benefit of the Online Simulation Software for Gassco's Subsea*. From atmosi.com: <https://atmosi.com/media/1418/application-benefit-of-the-online-simulation-at-gassco.pdf>
- atmosi.com. (2017). *Theft detection*. From atmosi.com: <https://atmosi.com/en-us/products-services/theft-detection/>
- BBC. (2015, April 4). *¿Cómo llegó el petróleo a dominar el mundo?* From bbc.com: [https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/04/150331\\_iwonder\\_historia\\_petroleo\\_finde\\_dv#:~:text=1885%3A%20Combustible%20para%20autos&text=La%20demanda%20de%20petr%C3%B3leo%20se,producci%C3%B3n%20de%20queroseno%20llamado%20gasolina](https://www.bbc.com/mundo/noticias/2015/04/150331_iwonder_historia_petroleo_finde_dv#:~:text=1885%3A%20Combustible%20para%20autos&text=La%20demanda%20de%20petr%C3%B3leo%20se,producci%C3%B3n%20de%20queroseno%20llamado%20gasolina).
- BBC.com. (2018, Mayo 4). *Cómo Colombia desplazó a Venezuela y se convirtió en el mayor exportador de petróleo de Sudamérica a Estados Unidos*. From BBC.com: <https://www.bbc.com/mundo/noticias-america-latina-43999718>
- Calderón, D. (2014). *Combustibles Líquidos*. Dr. Calderón Laboratorios Ltda.
- cia.gov. (2018). *cia.gov*. From The World Factbook: <https://www.cia.gov/library/publications/the-world-factbook/rankorder/2241rank.html>
- ecopetrol.com.co. (2014, September 16). *ecopetrol.com.co*. From Agencia Nacional de Hidrocarburos:

<https://www.ecopetrol.com.co/wps/portal/Home/es/NuestraEmpresa/QuienesSomos/MarcoLegal/ANH>

eltiempo.com. (2017, May 05). *eltiempo.com*. From Los 20 Campos que produce el 66% del petróleo del País: <https://www.eltiempo.com/economia/sectores/los-20-campos-petroleros-de-colombia-con-mayor-produccion-84750>

<https://www.elespectador.com/noticias/economia/ecopetrol-recibe-patente-tecnologia-evita-hurto-de-comb-articulo-555739>. (2015, Abril 17). *Ecopetrol recibe patente para tecnología que evita hurto de combustibles*. From [elespectador.com](http://elespectador.com): Ecopetrol recibe patente para tecnología que evita hurto de combustibles

[indexmundi.com](http://indexmundi.com). (2018). *indexmundi.com*. From <https://www.indexmundi.com/g/r.aspx?v=91&l=es>

[minenergia.gov.co](http://minenergia.gov.co). (2013). *minenergia.gov.co*. From Dirección de Hidrocarburos: <https://www.minenergia.gov.co/direccion-de-hidrocarburos>

[revistadelogistica.com](http://revistadelogistica.com). (2017, December 17). *revistadelogistica.com*. From En Colombia el sector de hidrocarburos invertirá alrededor de US\$ 4.500 millones en 2018: Estudio de la ACP: <https://revistadelogistica.com/actualidad/en-colombia-el-sector-de-hidrocarburos/>

[www.elespectador.com](http://www.elespectador.com). (2015, Abril 17). *Ecopetrol recibe patente para tecnología que evita hurto de combustibles*. From [elespectador.com](http://elespectador.com): <https://www.elespectador.com/noticias/economia/ecopetrol-recibe-patente-tecnologia-evita-hurto-de-comb-articulo-555739>

[www.manufactura.mx](http://www.manufactura.mx). (2017, Julio 05). *Así es como Colombia enfrentó el robo de combustibles*. From [www.manufactura.mx](http://www.manufactura.mx): <http://www.manufactura.mx/energia/2017/07/05/asi-es-como-colombia-enfrento-el-robo-de-combustibles>

www.minenergia.gov.co. (n.d.). *minenergia.gov.co*. From Dirección de Hidrocarburos:

<https://www.minenergia.gov.co/direccion-de-hidrocarburos>