

**CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA OPERACIÓN
DEL CAMPO ESCUELA COLORADO**

LUZ HELENA ACEVEDO RINCÓN



**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERÍAS FÍSICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA, COLOMBIA
2016**

**CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA OPERACIÓN
DEL CAMPO ESCUELA COLORADO**

LUZ HELENA ACEVEDO RINCÓN

Trabajo de aplicación para optar al título de Magíster en Ingeniería Ambiental

Directora:

**ZULY CALDERÓN CARRILLO
Ingeniera de Petróleos Ph.D.**

Codirectores:

**ALEXANDER MENESES JÁCOME
Ingeniero Químico Ph.D. (C.)**

**OMAR ALBERTO ÁVILA ROJAS
Ingeniero Químico M.Sc.**

**UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
FACULTAD DE INGENIERIAS FISICOQUÍMICAS
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
MAESTRÍA EN INGENIERÍA AMBIENTAL
BUCARAMANGA, COLOMBIA
2016**

DEDICATORIA

*A mi esposo y mis padres quienes
han sido mi apoyo, mi fuerza y mi motivación para
llevar a cabo todos mis proyectos profesionales y personales.*

AGRADECIMIENTOS

Mis más profundos agradecimientos al profesor Alexander Meneses Jácome y al ingeniero Ómar Alberto Ávila, por todo el conocimiento, acompañamiento y orientación brindados durante el desarrollo de este trabajo de aplicación.

A mis compañeros de trabajo del Campo Escuela Colorado, infinitas gracias por toda la información aportada para el cumplimiento de los objetivos del trabajo y principalmente por el apoyo incondicional durante los difíciles momentos que atravesó este proceso.

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	14
1. MARCO TEÓRICO.....	21
1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA	21
1.2 GENERALIDADES DEL CAMPO ESCUELA COLORADO	27
1.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBTENCIÓN DE CRUDO EN EL CEC	31
1.4 ANÁLISIS DE CAUSALIDAD.....	35
1.5 ANÁLISIS MULTICRITERIO.....	36
1.6 METODOLOGÍA DE CICLO DE VIDA CON ENFOQUE HUELLA DE CARBONO.....	37
2. METODOLOGÍA.....	39
2.1 DEFINICIÓN DE FUNCIONES TECNOLÓGICAS DEL CEC	40
2.2 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CAUSALIDAD	41
2.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MULTICRITERIO	42
2.4 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA	46
2.5 ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO	47
3. SELECCIÓN DE FUNCIONES TECNOLÓGICAS	48
3.1 APLICACIÓN ANÁLISIS DE CAUSALIDAD	48
3.2 APLICACIÓN ANÁLISIS MULTICRITERIO	49
4. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA: ENFOQUE HUELLA DE CARBONO	54
4.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE	54
4.1.1 Objetivo	54
4.1.2 Alcance	54
4.1.3 Unidad funcional.....	55
4.1.4 Límites del sistema.....	55
4.1.5 Reglas de exclusión	56
4.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE CICLO DE VIDA.....	57

4.2.1	Diagrama de Flujo	57
4.2.2	Flujos másicos y energéticos	58
4.2.3	Flujos Ambientales	60
4.2.4	Tipos y fuentes de datos	61
4.2.5	Calidad de datos	61
4.2.6	Limitaciones	62
4.2.7	Revisión crítica	62
4.3	ANÁLISIS DEL IMPACTO DE CICLO DE VIDA	63
4.3.1	Métodos de evaluación de impacto aplicados	63
4.3.2	Categorías de Impacto	63
4.3.3	Árbol de Procesos	63
4.3.4	Aplicación del método IMPACT 2002+ - ACV EXPLORATORIO	70
4.3.5	Aplicación del método IPCC GWP - HUELLA DE CARBONO	73
4.4	INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO ACV Y DE LA HUELLA DE CARBONO.....	75
5.	CONCLUSIONES.....	79
6.	RECOMENDACIONES	82
	BIBLIOGRAFÍA.....	84
	ANEXOS	89

LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Ubicación Geográfica del Campo Escuela Colorado “CEC”	28
Figura 2. Polígono del Campo Escuela Colorado	30
Figura 3. Sistema de Levantamiento Artificial - Bombeo Mecánico CEC.....	32
Figura 4. Transporte del crudo producido en el CEC.....	33
Figura 5. Procesos – Estación de Recolección y Bombeo del CEC	34
Figura 6. Metodología Aplicada en la caracterización de la huella de carbono del CEC	39
Figura 7. Funciones Tecnológicas del CEC.....	40
Figura 8. Pasos del Análisis de Multicriterio del CEC	43
Figura 9. Etapas Metodológicas del ACV	46
Figura 10. Diagrama de Causalidad del CEC	48
Figura 11. Alcance y Límites ACV de la CEC.	55
Figura 12. Diagrama de Flujo del CEC	58
Figura 13. Árbol de procesos - Método IMPACT 2002+	66
Figura 14. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 20 ^a	67
Figura 15. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 100 ^a	68
Figura 16. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 500 ^a	69
Figura 17. Impacto de las funciones tecnológicas sobre las categorías de daño final	72
Figura 18. Afectación sobre las categorías de daño final	73
Figura 19. Aporte CO ₂ eq a través del tiempo, según las funciones tecnológicas ..	75

LISTA DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Características de los fluidos del Campo Escuela Colorado	29
Tabla 2. Niveles de Evaluación de Criterios	43
Tabla 3. Niveles de Importancia relación Criterio/requerimientos/Alternativa	45
Tabla 4. Matriz de Priorización de Criterios	52
Tabla 5. Matriz de Selección de Funciones Tecnológicas	52
Tabla 6. Producción promedio del CEC	59
Tabla 7. Flujos Másicos de Entrada.....	59
Tabla 8. Flujos Energéticos	60
Tabla 9. Flujos ambientales asociados a la producción de 1 barril de crudo	60
Tabla 10. Evaluación del impacto por categoría de daño final expresado en la unidad de referencia	70
Tabla 11. Evaluación del impacto por puntuación única	70
Tabla 12. Evaluación del impacto con el método IPPC GWP 20, 100 y 500 años	74
Tabla 13. Potencial de Calentamiento Global según el tiempo de permanencia en la atmósfera	76
Tabla 14. Producción de enero	89
Tabla 15. Producción de febrero.....	91
Tabla 16. Producción de marzo	93
Tabla 17. Producción de abril	95
Tabla 18. Producción de mayo	97
Tabla 19. Producción de junio.....	99
Tabla 20. Producción de julio.....	101
Tabla 21. Producción de agosto	103
Tabla 22. Producción de septiembre	105
Tabla 23. Producción de octubre	107
Tabla 24. Producción de noviembre	109
Tabla 25. Producción de diciembre.....	111
Tabla 26. Inventario Ambiental Global del Ciclo de Vida del CEC	117
Tabla 27. Inventario de Emisión Atmosférica, IPPC GWP 20, 100, 500 años	118

LISTA DE ANEXOS

	Pág.
Anexo A. Relación de la Producción del Campo Escuela Colorado en el 2012....	89
Anexo B. Caracterización del gas de venteo producido en el CEC	113
Anexo C. Inventario ACV - SimaPro 7.1	117

RESUMEN

TÍTULO: CARACTERIZACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO DE LA OPERACIÓN DEL CAMPO ESCUELA COLORADO.*

AUTOR: Luz Helena Acevedo Rincón**

PALABRAS CLAVES: ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA, HUELLA DE CARBONO, ANÁLISIS DE CAUSALIDAD, ANÁLISIS MULTICRITERIO.

DESCRIPCIÓN:

La integración de diversas metodologías para el Análisis de Ciclo de vida con enfoque Huella de Carbono, del proyecto Campo Escuela Colorado, pretende mostrar que hay diversas maneras de sustentar las reglas de exclusión establecidas en la normatividad para ciclo de vida. De esta manera se estimaron las emisiones de gases efecto invernadero generadas por la operación del Campo Escuela Colorado, tomando como unidad funcional un barril de crudo.

Para el desarrollo de este trabajo de aplicación se emplearon el software Vensim para análisis de causalidad y SimaPro para el cálculo de la huella de carbono. El primero permitió en primera instancia realizar, de manera gráfica, una valoración cualitativa del sistema y con el segundo se evaluaron las categorías de impacto de punto final y finalmente la huella de carbono.

La categoría con mayor afectación fue el cambio climático, donde la huella de carbono se vio alterada debido a los gases de efecto invernadero presentes en los diferentes procesos que se realizan para la obtención de crudo y la valoración efectuada dependiendo del escenario de tiempo en el que se consideraron los factores de emisión de los distintos gases, es decir por la evaluación efectuada a 20, 100 y 500 años.

*Trabajo de Aplicación.

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería Ambiental. Directora: Dra. Zuly Calderón Carrillo; Codirectores: M.Sc. Alexander Meneses Jácome y M.Sc. Omar Alberto Ávila Rojas

ABSTRACT

TITLE: FOOTPRINT CHARACTERIZACION OF CAMPO ESCUELA COLORADO OPERATION *

AUTHOR: Luz Helena Acevedo Rincón **

KEYWORDS: LIFE CYCLE ASSESSMENT, CARBON FOOTPRINT, CAUSAL ANALYSIS, MULTICRITERIA ANALYSIS

DESCRIPTION:

The integration of the different methodologies for life-cycle assessment focusing in the carbon footprint, Campo Escuela Colorado project pretend to show that there are different ways of supporting the exclusion rules established in the regulations for life cycle. Thus the greenhouse gas emissions generated by the Campo Escuela Colorado Field operation were estimated, using production crude oil barrel as a functional unit.

For development of this application work, Vensim software was used for causal analysis and SimaPro to calculate carbon footprint. Vensim allowed graphically performance in the first instance a qualitative assessment of the system and SimaPro was used to evaluate impact endpoint categories and finally using for carbon footprint assessed.

The category most affected was climate change, where carbon footprint was altered due to greenhouse gases present in the different processes performed to obtain crude oil and the assessment made depending on the weather scenario in which emission factors of the different gases is the assessment made were considered at 20, 100 and 500 years were considered.

* Application Work

**Facultad de Ingenierías Físicoquímicas. Escuela de Ingeniería Química. Maestría en Ingeniería Ambiental.
Directora: Dra. Zuly Calderón Carrillo; Codirectores: M.Sc. Alexander Meneses Jácome y M.Sc. Omar Alberto Ávila Rojas

INTRODUCCIÓN

Desde el siglo XIX se despertó un gran interés por el cambio climático, sin embargo, para esa época, no se contaba con estudios que evidenciaran las repercusiones sobre el medio ambiente. Para el siglo XX las consecuencias del calentamiento global se hicieron cada vez más notorias, es por esto que a nivel mundial se genera un movimiento masivo para controlar y mitigar los efectos del cambio climático. Organizaciones como la ONU, el Banco Mundial, el Panel Intergubernamental de Cambio Climático, entre otras, han hecho un llamado a los gobiernos para que incentiven la realización de estudios y formulación de políticas en pro de establecer alternativas en los diferentes sectores económicos, para identificar las principales fuentes de emisión y establecer procesos de reconversión que reduzcan las emisiones a la atmósfera.

Los efectos sobre el cambio climático son tan preocupantes, en una revisión general se encontró que solo en América Latina y el Caribe existen más de trescientas instituciones de diversa índole, realizando estudios y formulando estrategias para lograr la disminución en las emisiones de gases efecto invernadero.

A nivel nacional algunas de las estrategias establecidas por el Gobierno sobre cambio climático son:

- Aprobación del Convenio Marco de las Naciones Unidas sobre Cambio Climático (CMNUCC), mediante la expedición de la Ley 164 de 1994.
- En el 2002, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, y el Departamento Nacional de Planeación, elaboraron los Lineamientos de Política de Cambio Climático. En este mismo año se creó la Oficina Colombiana para la Mitigación del Cambio Climático.

- Resolución 340 de 2005 del Ministerio de Ambiente crea el Grupo de Mitigación de Cambio Climático
- En 2001 el país presentó su Primera Comunicación Nacional de Cambio Climático ante la CMNUCC.
- En el año 2003 se expide el CONPES 3242 "Estrategia Nacional para la Venta de Servicios Ambientales de Mitigación de Cambio Climático".
- En el 2004, mediante el Decreto 291 Artículo 15, numeral 11 se designó al IDEAM como la entidad encargada de coordinar la elaboración de las Comunicaciones Nacionales ante la CMNUCC.
- En junio de 2010 se presentó la Segunda Comunicación Nacional de Colombia ante la CMNUCC. Este documento expuso el inventario nacional de fuentes y sumideros de GEI para los años 2000 y 2004, cuyo cálculo se determinó utilizando las metodologías aprobadas por la CMNUCC¹.

Actualmente se encuentra en ejecución Estrategia Colombiana de Desarrollo Bajo en Carbono (ECDBC), la cual busca desligar el crecimiento de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) del crecimiento económico nacional, a través de medidas sectoriales de mitigación que contribuyen al desarrollo y económico y competitividad de los sectores².

Como muestra de que las emisiones de gases efecto invernadero son una realidad, se decidió llevar a cabo un caso estudio involucrando una Unidad

¹MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. [sitio web]. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/index.php/ambientes-y-desarrollos-sostenibles/cambio-climatico>

²MINISTERIO DE MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. [sitio web]. Disponible en: https://www.minambiente.gov.co/images/cambioclimatico/pdf/Estrategia_Colombiana_de_Developmento_Bajo_en_Carbono/FOLLETO_DE_PRESENTACION_ECDBC.pdf

Académico Administrativa de la Universidad Industrial de Santander, la unidad escogida para este trabajo de aplicación fue el Campo Escuela Colorado.

A través del Convenio Interadministrativo de Cooperación Empresarial con fines Científicos y Tecnológicos, celebrado entre ECOPETROL y la Universidad Industrial de Santander - UIS, la compañía estatal petrolera hizo entrega a la Universidad, de la operación del Campo Colorado. Este campo de producción de crudo y gas, está localizado geográficamente en la vereda “Los Colorados”, en el municipio de San Vicente de Chucurí, Departamento de Santander y tiene un área aproximada de 60 km² y más que una unidad de producción es un centro de entrenamiento y capacitación, para profesionales del sector, por lo que es más conocido como Campo Escuela Colorado (CEC)³.

Por otra parte, ECOPETROL realizó de manera periódica inspecciones al campo, reportando dentro de las principales falencias ambientales, el manejo inadecuado del gas de producción, el cual se emitía directamente al ambiente, sin tratamiento o aprovechamiento alguno. Aunque el CEC cuenta con el estudio de impacto ambiental y el plan de manejo ambiental integral requeridos por la legislación colombiana⁴, a la fecha no se han realizado estudios que permitan identificar, cuantificar y evaluar los impactos ambientales asociados a las actividades identificadas como centrales para la operación del mismo, como la gestión administrativa y operaciones de transporte, extracción y mantenimiento, por esta razón surge la necesidad de implementar una metodología que permita estimar la huella de carbono, identificando la contribución ambiental puntual de cada proceso objeto de estudio, para finalmente determinar en qué etapa del sistema de extracción del crudo se puede enfocar la toma de decisiones y contribuir con la reducción en las emisiones de gases efecto invernadero, en el medio ambiente.

³UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER. [sitio web]. Disponible en: <http://www.uis.edu.co/webUIS/es/academia/facultades/fisicoQuimicas/campoEscuela/>

⁴ MINISTERIO DE AMBIENTE, VIVIENDA Y DESARROLLO TERRITORIAL, Decreto 2820 de 2010. Reglamentación sobre licencias ambientales.

El desarrollo del presente trabajo de aplicación es pertinente, ya que dentro de los objetivos del convenio UIS-ECOPETROL se encuentra establecido “Incorporar un componente práctico que relacione los programas académicos de la Universidad y el desarrollo de proyectos de investigación o extensión, afines al sector de hidrocarburos, en las líneas de trabajo académico-investigativo convenidas, tal es el caso de: ingeniería de yacimientos, ingeniería de producción, ingeniería de perforación, geología, geofísica, transporte, seguridad industrial, energía y medio ambiente, tecnologías de materiales, y desarrollo comunitario y otras áreas de interés para, que permitan la formación de profesionales integrales a nivel de pregrado y posgrado.⁵

En marco de este propósito, en este convenio se han desarrollado investigaciones para dar solución a la problemática de la formación de parafinas, alternativas para el aumento de la producción y recobro mejorado, la caracterización de las formaciones geológicas y estudios sobre la integridad estructural del CEC, entre otras. Igualmente, hay investigaciones con un importante componente ambiental, como trabajos que proponen usos alternativos del gas⁶ y del agua⁷ de producción, la implementación de la norma ISO 14001⁸ y el estudio de estrategias para el fortalecimiento de la cultura ambiental⁹.

⁵ Convenio interadministrativo de colaboración Empresarial con fines científicos y tecnológicos celebrado entre Ecopetrol y la Universidad Industrial de Santander

⁶ AMADO PACHÓN, Cristian Fabián (2012). Ingeniería conceptual para la aplicación del sistema gas lift en el Campo Escuela Colorado. Tesis de pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

⁷ BENAVIDES MURCIA, Jhon Jarver. JAIMES BELTRÁN, Yureynis Michelle (2014). Factibilidad Técnico-Financiera de los usos alternativos del agua de producción en Campo Escuela Colorado. Tesis Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

⁸ CORREA PRIETO, Diana Carolina. PINEDA RINCÓN, Sandra Milena (2011). Documentación, implementación y evaluación de un sistema de gestión integral bajo los lineamientos de las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 en el Campo Escuela Colorado. Tesis pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

⁹ BADILLO GARCÍA, Scarleth. ROMERO JIMÉNEZ, Hilari Sarai (2012). Fortalecimiento de la cultura ambiental al área asociada al Campo Escuela Colorado. Tesis Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

En la revisión de los trabajos realizados se observa que las problemáticas ambientales se abordan, preferencialmente, desde la perspectiva de generación de propuestas de cambio en el uso o destino final de los fluidos de producción y sus residuos, dejando espacio para la aplicación de metodologías de un espectro más amplio, que analicen con mayor profundidad la relación con el medio ambiente, como es el caso del análisis de ciclo de vida, que permite el mejoramiento del desempeño ambiental, facilitando la toma de decisiones en la operación integral del CEC.

Aunque existen aplicaciones del Análisis de Ciclo de Vida (ACV) y Huella de Carbono, en universidades y otros tipos de instituciones, es poca la experiencia específica documentada para centros como el CEC que comparten una doble misión, como centro de entrenamiento y de producción marginal de hidrocarburos, lo que a su vez redundaría en la realización de múltiples funciones tecnológicas, por demás muy distintas entre sí, dado que algunas están relacionadas con la operación del campo y otras con funciones administrativas.

Este aspecto, el de la aplicación de metodologías de evaluación de impacto con enfoque ciclo de vida, en sistemas polifuncionales, representa un reto metodológico que requiere ser resultado en curso del estudio propuesto y para tal fin se hace necesario explorar a través de la literatura algunas experiencias previas, que parecen hallarse de forma principal en estudios ACV de instituciones, más que en aplicaciones a procesos o a sistemas producto.

Algunos estudios de ACV “institucionales” como es el caso de la Universidad Nacional Autónoma de México, rescatan el compromiso ético con la sostenibilidad inherente a la formación de las futuras generaciones, como motivación central de este tipo de iniciativas. Además, estos estudios aportan experiencia en la valoración o estimación de la energía consumida y la generación de gases efecto invernadero relacionada con el funcionamiento de sus instalaciones, la cual depende de funciones educativas, de movilización e integración urbana, de

operación de laboratorios y unidades piloto, de manejo de residuos, entre otras, que son la base para la proposición de alternativas de eficiencia energética y gestión de residuos en sus planes estratégicos de crecimiento ambiental sostenible¹⁰.

Otros estudios relacionados se dan de forma específica en el sector hidrocarburos. En ellos se pretende como objetivo principal reducir las emisiones de gases efecto invernadero, realizando un manejo integral del gas de producción¹¹ o identificando las principales fuentes de emisión para desarrollar estrategias específicas¹². Estas iniciativas respaldan la incursión del ACV para el cálculo de la huella de carbono en este sector, la cual coincide con los objetivos del convenio UIS-ECP, en su propósito de avanzar hacia una correcta y cada vez mejor gestión ambiental durante las actividades de operación y gestión del campo.

No obstante, como se ha anticipado con anterioridad, desde una perspectiva metodológica la aplicación ACV con enfoque huella de carbono, se orientó principalmente, a partir del estado del arte de casos afines identificados en el sector hidrocarburos, el cual se documenta en la sección correspondiente. Por lo anterior se definió como objetivo general de este trabajo de aplicación:

- Caracterizar la huella de carbono de la operación del Campo Escuela Colorado, mediante la definición de tipologías identificadas por la aplicación de diagramas de causalidad.

Para lo cual se propusieron los siguientes objetivos específicos:

¹⁰ ESCOBEDO, Azucena., et al. Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico. *Energy for Sustainable Development*. 2014. Vol 18. p. 49-57

¹¹ ASHOK, Chakraborty. Carbon management- The emerging paradigm for the oil industry. *SPE Annual technical conference and exhibition*. 2006. California, USA. 6 p.

¹² MAHBOOB, Mian. Minimizing Environmental Impacts (Footprints). *SPE International Petroleum Exhibition & Conference*. 2010. Abu Dhabi. 6p.

- Caracterizar el caso de estudio según los lineamientos del ACV, es decir, con base en las funciones tecnológicas que conforman la operación del CEC.
- Proponer y/o adaptar una metodología para la evaluación de huella de carbono de la operación del CEC, previa selección y priorización de funciones tecnológicas por la aplicación de los diagramas de causalidad y métodos de análisis multicriterio.
- Evaluar el impacto ambiental potencial del Campo Escuela Colorado, mediante el Análisis de Ciclo de Vida con enfoque en Huella de Carbono.

Teniendo como alcance la elaboración de un documento que presente la estimación del impacto potencial de la producción del Campo Escuela Colorado, a través del Análisis de Ciclo de Vida, profundizando en la categoría de cambio climático, determinando cuál de las funciones tecnológicas tiene una mayor contribución en la huella de carbono. Para lo cual se tomarán los datos de producción del año 2012, último periodo en donde hubo operación continua del campo. En el capítulo de aplicación de ACV y huella de carbono, se podrán encontrar los demás alcances y límites del caso de estudio.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA

El análisis de ciclo de vida (ACV) se ha convertido en una de las herramientas más importantes, completas e influyentes para la realización de evaluaciones ambientales en distintos sectores¹³ incluyendo el sector de los hidrocarburos, donde se asimila como una técnica que permite hacer un análisis ambiental con un enfoque holístico,¹⁴ recomendable para ser incorporada en proyectos de exploración y producción, como herramienta de “*benchmarking*” del desempeño de los programas HSE¹⁵.

En un estudio reciente desarrollado por la compañía Chevron describen al ACV como una herramienta adaptable a la gestión de riesgos para la industria del petróleo y gas, incluyendo la identificación temprana de puntos críticos potenciales en el desarrollo de tecnologías, abordar la preocupación de las partes interesadas en cuanto a los requerimientos energéticos, las emisiones y el consumo de agua en operaciones, entre otros¹⁶.

Para plantear la anterior afirmación, la compañía realizó pruebas en varios tipos de proyectos de petróleo y gas. En uno de ellos pudo demostrar cómo la incorporación de una tecnología innovadora reducía la demanda de energía, el potencial de calentamiento global, el consumo de agua y las emisiones de SO₂ y NO_x. En un segundo ejemplo mostró como los mismos factores mencionados

¹³ GUINÉE, JEROEN B., et al. Life Cycle Assessment: past, present and future. Environmental Science & Technology. 2011. Vol 45. p. 90-96.

¹⁴ FORD, J.T., et al. Holistic Environmental Assessment of oil and Gas Field Development. International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. SPE. Kuala Lumpur. 2002

¹⁵ ABHULIMEN, Kingsley. Optimal Life-Cycle model for ranking environmental performance of E&P programs. Environmental & Safety Conference. SPE. San Antonio, Texas. 2009

¹⁶ LILIEN, J.P., et al. Implementation of Life Cycle Assessment at Chevron: Lessons Learned and Good Practices. . International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. California. 2014

anteriormente se iban reduciendo con la aplicación de alternativas de remediación para el tratamiento de las aguas subterráneas.¹⁷

A nivel gubernamental, también se encontraron estudios que involucran el ACV, como por ejemplo, el estudio solicitado a un grupo de expertos, por el Parlamento Europeo, sobre el *fracking* (fracturamiento hidráulico de una formación, para posibilitar o aumentar la producción de crudo y gas), promueven la obligatoriedad de implementar el ACV en cada proyecto de este tipo para poder determinar las repercusiones sobre el medio ambiente y la salud humana, de la explotación de hidrocarburos a través de esta tecnología¹⁸.

De manera similar, en una investigación solicitada por el Ministerio de Medio Ambiente de España asistida por el Centro de Investigaciones Energéticas Medioambientales y Tecnológicas, se desarrolló un estudio ACV que hizo la comparación del biodiesel obtenido a partir de aceites vegetales crudos, aceites vegetales usados y de diesel obtenido del petróleo. La unidad funcional establecida como base de comparación, fue la cantidad de combustible expresada en MJ de cada tipo de combustible que es necesaria para recorrer un km en un vehículo de combustible diesel (Ford Focus 1.8i Tddi 90CV) circulando según el ciclo de conducción definido en el Parlamento Europeo.

El estudio en referencia muestra que cuanto mayor es la concentración de biodiesel en la mezcla de combustible, mayor es el ahorro en energía primaria y fósil, y las emisiones de CO₂ y de gases efecto invernadero se reducen usando esta misma mezcla de combustible¹⁹. Este estudio considera el análisis de

¹⁷ LILIEN, J.P., et al. Implementation of Life Cycle Assessment at Chevron: Lessons Learned and Good Practices. . International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. California. 2014

¹⁸ LECHTEMBÖHMER, S., et al. Repercusiones de la extracción de gas y petróleo de esquisto en el medio ambiente y la salud humana. Dirección General de Políticas Interiores. Parlamento Europeo. 2011. Bruselas. 95 p.

¹⁹ LECHÓN, Yolanda., et al. Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del biodiesel y del diésel. Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Madrid. 141 p.

inventario para la extracción del crudo, teniendo en cuenta los requerimientos energéticos y las emisiones generadas, utilizando datos de la Asociación Española de Operadores de Productos Petrolíferos, la Administración de Información de Energía de los Estados Unidos y de la EPA²⁰.

Otro estudio solicitado por el gobierno de Alberta (Canadá) a la división de consultoría de la empresa Jacobs, sobre el ACV del crudo en el contexto europeo, se basa en las etapas de producción, transporte a refinería, refinación, entrega en los puntos de distribución y el uso como combustible para transporte y se enfoca en determinar la energía consumida y las emisiones de gas efecto invernadero en cada etapa. Como unidad funcional se definió 1MJ generado por combustibles como gasolina y diésel. Este estudio permitió establecer que la mayor cantidad de emisiones de gases efecto invernadero se genera durante el uso de combustibles en transporte con valores entre 75 y el 80% y que la etapa de extracción del crudo es donde se presenta la mayor incertidumbre en la confiabilidad de los resultados, debido a privacidad de la información²¹.

Tomando como base esta publicación y similares, se presentó un resumen del ACV de combustibles obtenidos de yacimientos canadienses de *oil sands*, contemplando la extracción, transporte, refinación, distribución a minoristas y la combustión en los vehículos. Cuando se establecen límites desde la extracción a cada una de las fases anteriores aparecen estos términos asociados al ACV, WTR (well to refinery gate), WTT (well to tank), WTW (well to wheel) o en el caso de solo analizar la combustión se denomina TTW (tank to wheel). Se evidenciaron muchas diferencias entre los estudios, especialmente en cuanto a las emisiones de gases efecto invernadero, debido a la alta sensibilidad del ACV a cambios en

²⁰ LECHÓN, Yolanda., et al. Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del biodiésel y del diésel. Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Madrid. 141 p.

²¹ KEESOM, Bill., et al. EU pathway study: Life cycle assessment of crude oils in a European context. Alberta Petroleum Marketing Commission. 2012. Alberta, Canadá. 364 p.

los límites del sistema y a los parámetros de entrada, de las diferentes fuentes de generación de crudo²².

Puede observarse que en la mayoría de estudios aplicados al sector hidrocarburos, la utilización del ACV se enfoca en la cuantificación de las emisiones de gases efecto invernadero²³ y la contribución al calentamiento global²⁴, como se confirma en distintos referentes, particularmente para estudios centrados en la etapa de refinación²⁵.

Para el caso específico de proyectos de perforación, existen antecedentes sobre la determinación de impactos ambientales en actividades de perforación de pozos profundos en Austria. En el análisis del inventario se consideraron cuatro módulos de actividades: infraestructura, actividad de perforación, *loggin - testing* y transporte. El método utilizado para la evaluación fue el de “escasez ecológica”. Los impactos se reflejaron principalmente en la generación de residuos 79%, emisiones al suelo 17%, emisiones al aire 2.4%, aguas residuales 1%, otros 0.6%²⁶.

Otro caso relevante presenta un modelo de ACV en operaciones de perforación offshore, el cual fue desarrollado mediante el estudio de casos para suministro del equipo de perforación, tratamiento de residuos *offshore* y *onshore* y el sistema de fluidos. Con la aplicación del ACV fue posible determinar que la energía requerida por el equipo de perforación es la causa más importante de emisiones GHG, por lo que implementar el uso de la tecnología *Slim Hole* (*perforación con diámetro*

²² LATTANZIO, Richard. Canadian oil sands: life-cycle assessments of Greenhouse gas emissions. Congressional research service. 2014. 32 p.

²³ GARRAÍN, Daniel., et al. Asignación energética de los consumos de energía y emisiones de productos petrolíferos en refinería en el marco del ACV. XIV International Congress on Project Engineering. CIEMAT. Departamamento de Energía. 2010. Madrid. 11 p.

²⁴ DONES, Roberto., et al. Life cycle inventories of energy systems: results of current systems in Switzerlad and other UCTE Countries. Ecoinvent Centre. 2007. Dübendorf. 185 p.

²⁵ RESTIANTI, Yuda., et al. Life cycle assessment of gasoline in Indonesia. International Journal Of Life Cycle Assessment. 2012. Vol 17. p. 402-408

²⁶ ULRICH, Pebal., et al. An ecological model for assessment of effect on the environment of deep drilling projects. SPE International conference on health, safety and environment in oil and gas exploration and production. 2002. Kuala Lumpur. 6 p.

reducido), reduce significativamente este impacto ya que el consumo de combustible se reduce en 18%²⁷. En el documento se comenta la importancia de incluir la etapa de producción, en el momento de evaluar las tecnologías y los programas en el ACV²⁸.

En la parte de aguas asociadas a la producción de crudo y gas se encontró un estudio realizado a 20 tecnologías para su tratamiento, divididas en 5 etapas y estableciendo como unidad funcional un flujo de agua de 10.000 m³/día durante un periodo de tiempo de 15 años. El objetivo principal de la investigación fue evaluar el impacto ambiental de las tecnologías de tratamiento y sus combinaciones, que son capaces de producir agua con la calidad requerida para reuso en algunos tipos de cultivos, calderas y sistemas de enfriamiento. Las categorías de los impactos seleccionadas para el estudio fueron agotamiento abiótico, acidificación, eutrofización, calentamiento global y formación foto-oxidante²⁹.

Para el caso de la sostenibilidad se encontró un ACV de una planta de tratamiento de gas en Irán, como iniciativa de desarrollo sostenible en la industria del gas y del petróleo, incluyendo las emisiones al aire, los requerimientos de energía, el consumo de recursos, las emisiones al agua y los residuos sólidos. La cantidad neta de gas producido fue definida como la unidad funcional de la investigación, estimada en 14,4 millones de pie³/día. Las emisiones al aire estuvieron representadas especialmente por la liberación de un 84% de CO₂ proveniente del gas natural de la planta; a su vez, la generación de residuos sólidos se concentró en un 72% en las actividades de producción y transporte; mientras que, las emisiones al agua, en su mayoría fueron aguas- aceitosas 60%. Por su parte, el consumo de recursos, corresponde ampliamente al consumo on-site de gas con

²⁷ PETERSEN, Johan., et al. A guide to better Wells: environmental life-cycle assessment of historical, current and future best practice in drilling. SPE Offshore Europe oil and gas conference and exhibition. 2013. Aberdeen. 9 p.

²⁸ ARGONNE NATIONAL LABORATORY. Life-Cycle Thinking for the oil and gas exploration and production industry. Environmental Science Division. 2007. Illinois. 160 p.

²⁹ VLASOPOULOS, N., et al. Life cycle assessment of wastewater treatment technologies treating petroleum process water. Science of the total environment. 2006. p. 58-70.

un 94,5%; y el potencial de calentamiento global, se presenta como una combinación de CO₂, CH₄ y N₂O³⁰.

En cuanto a la aplicación de diagramas de causalidad se encontró un artículo, que aunque no tiene relación alguna con el sector hidrocarburos, si es interesante referenciar, en la medida en que concluye que a través de este tipo de diagramas se puede proporcionar una alternativa visual para representar un sistema incluyendo los elementos de una variedad de subsistemas y las relaciones entre ellos, la aplicación la realizó un docente de la UIS, para un análisis de un sistema de compostaje en Colombia.³¹

Para el caso específico de evaluaciones de impacto ambiental, hay varios tipos de redes causales recomendados en la literatura, donde su contribución reconocida, hasta ahora, es principalmente en la identificación del impacto y el pronóstico, especialmente en relación con los impactos indirectos, impactos acumulativos, y las interacciones entre ellos. Las fases posteriores del proceso de EIA también pueden beneficiarse de las redes causales, tales como la mitigación (por ejemplo, para identificar dónde interferir y mitigar ciertos efectos) y seguimiento (por ejemplo, para verificar que los factores más importantes están siendo monitoreados o para producir un modelo dinámico cuantitativo y funcional).³²

La complejidad de los diagramas se puede reducir mediante el uso de diferentes niveles para ayudar dar claridad entre las relaciones de los mismos. Otras deficiencias encontradas en los diagramas, como el tiempo y el espacio de representación se pueden resolver mediante la adición de información, tales como

³⁰ BAHMANNIA, Gholamreza. Life Cycle Assessment in oil and gas industries as an effective sustainability development measure: Case study – Sarkhoon gas treating plant. World Petroleum Congress. 2008. Spain. 14 p.

³¹ OVIEDO-OCAÑA, E.R., et al. A qualitative model to evaluate biowaste composting management systems using causal diagrams: a case study in Colombia. Journal of cleaner production, 2016. p. 201-2011.

³² PERDICOÚLIS, Anastássios., et al. Causal networks in EIA. Environmental Impact Assessment Review, 2006. p. 553-569

tipos de relaciones y circuitos de retroalimentación, dispuestos en un conjunto de convenciones formales. La aplicación del método para tres estudios de caso EIA revela que el método es generalmente satisfactorio, con algunos de los beneficios particulares que resultan de la representación de las estructuras gráficas. Una recomendación general es que se lleve a cabo el análisis de causalidad durante la elaboración del estudio de impacto ambiental, y no después de que se haya completado³³.

1.2 GENERALIDADES DEL CAMPO ESCUELA COLORADO

La Universidad Industrial de Santander “UIS” y la Empresa Colombiana de Petróleos “ECOPETROL S.A.”, firmaron el 1 de Junio de 2006, el Convenio Interadministrativo de Cooperación Empresarial con fines Científicos y Tecnológicos, por medio del cual la compañía estatal petrolera hizo entrega a la UIS del Campo Colorado. Esta alianza se constituye en la primera experiencia nacional en materia de interacción academia – industria en el sector hidrocarburos. El Campo Colorado está ubicado en el departamento de Santander Colombia, en la Vereda Los Colorados, Corregimiento de Yarima, en la jurisdicción del municipio de San Vicente de Chucurí. Se encuentra al sureste del municipio de Barrancabermeja y al sur del Campo La Cira-Infantas, en el área de la concesión de Mares (ver **Figura 1**).

³³ PERDICOÚLIS, Anastásios., et al. Network and system diagrams revisited: Satisfying CEA requirements for causality analysis. *Environmental Impact Assessment Review*, 2008. p. 455-468-569.

Figura 1. Ubicación Geográfica del Campo Escuela Colorado “CEC”



Fuente: Informes de gestión del Campo Escuela Colorado 2006-2010

El Campo Escuela Colorado, es un campo de producción de crudo y gas, que cuenta con un total de 76 pozos, de los cuales 33 estuvieron activos, 26 inactivos y 17 pozos para abandono. El sistema de recolección de fluidos del Campo Colorado, está formado por dos colectores uno en la parte sur del campo construido en tubería de 4 pulgadas y otro en la parte norte del campo construido en tubería de 2 $\frac{7}{8}$ pulgadas. En la **Figura 2** se observa la ubicación de los pozos que componen el CEC.

Como aspectos relevantes, se destacan que el Campo Colorado tiene un aporte de agua de entre el 16% al 29%, del total de la producción; y que la gravedad del crudo producido en el campo, está alrededor de 38 a 42° API; siendo este valor propio de un crudo parafínico y por consiguiente los problemas operacionales más graves en el campo se deben a la precipitación de estos compuestos en las tuberías de producción. Los datos de producción y

características principales de los fluidos del campo, para el año 2012, se describen en la **Tabla 1**:

Tabla 1. Características de los fluidos del Campo Escuela Colorado

CARACTERÍSTICA	TIPO DE FLUIDO		
	CRUDO	GAS	AGUA
Producción promedio	255 bls/día	400 kpcd	70 bls
Gravedad API	40°	-	-
Gravedad Específica	0,825	0,64	1,09
Viscosidad	2,47 cP	-	-
Densidad	0,8055 g/cm ³	-	-
Peso molecular	-	18,59 g/mol	-
pH	-	-	7,83

Fuente: Informes de operación del Campo Escuela Colorado, 2012.

1.3 DESCRIPCIÓN DE LA OBTENCIÓN DE CRUDO EN EL CEC

La producción de petróleo en el CEC se realiza a través del bombeo mecánico, el cual se define como un sistema de levantamiento artificial. Posteriormente el crudo extraído, acompañado de agua y gas, es conducido por tuberías o carrotanque, desde los pozos hasta la estación de bombeo, allí se separa el gas y los fluidos restantes y se bombean hasta la estación La Cira 7, luego son llevados en carrotanque hasta la Planta Deshidratadora Lizama, donde se separa el agua de producción. A continuación se amplía la descripción de los aspectos antes mencionados:

a. Extracción del crudo:

- **Sistema de Levantamiento Artificial:** es un sistema externo a la formación que se emplea cuando la presión natural del yacimiento es insuficiente para trasladar el crudo desde el fondo hasta la superficie del pozo.
- **Bombeo mecánico:** es el sistema de levantamiento artificial más antiguo y comúnmente empleado, basado en un procedimiento de succión y transferencia casi continua del petróleo hasta la superficie, el cual es abastecido por energía proveniente generalmente de un motor eléctrico³⁴. La **Figura 3** muestra el sistema de levantamiento empleado en el CEC.

³⁴ Tomado de la página web del CEC [www. http://camposcuelacolorado.com/?page_id=456](http://camposcuelacolorado.com/?page_id=456)

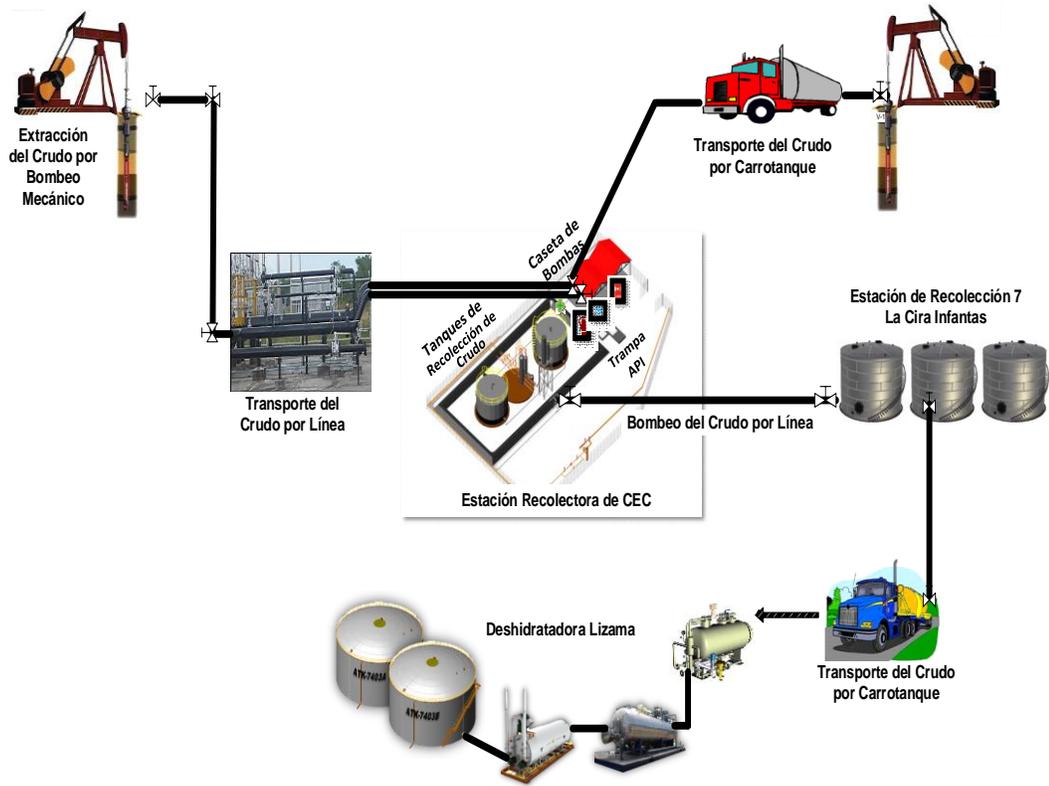
Figura 3. Sistema de Levantamiento Artificial - Bombeo Mecánico CEC



Fuente: Archivo digital Campo Escuela Colorado 2011

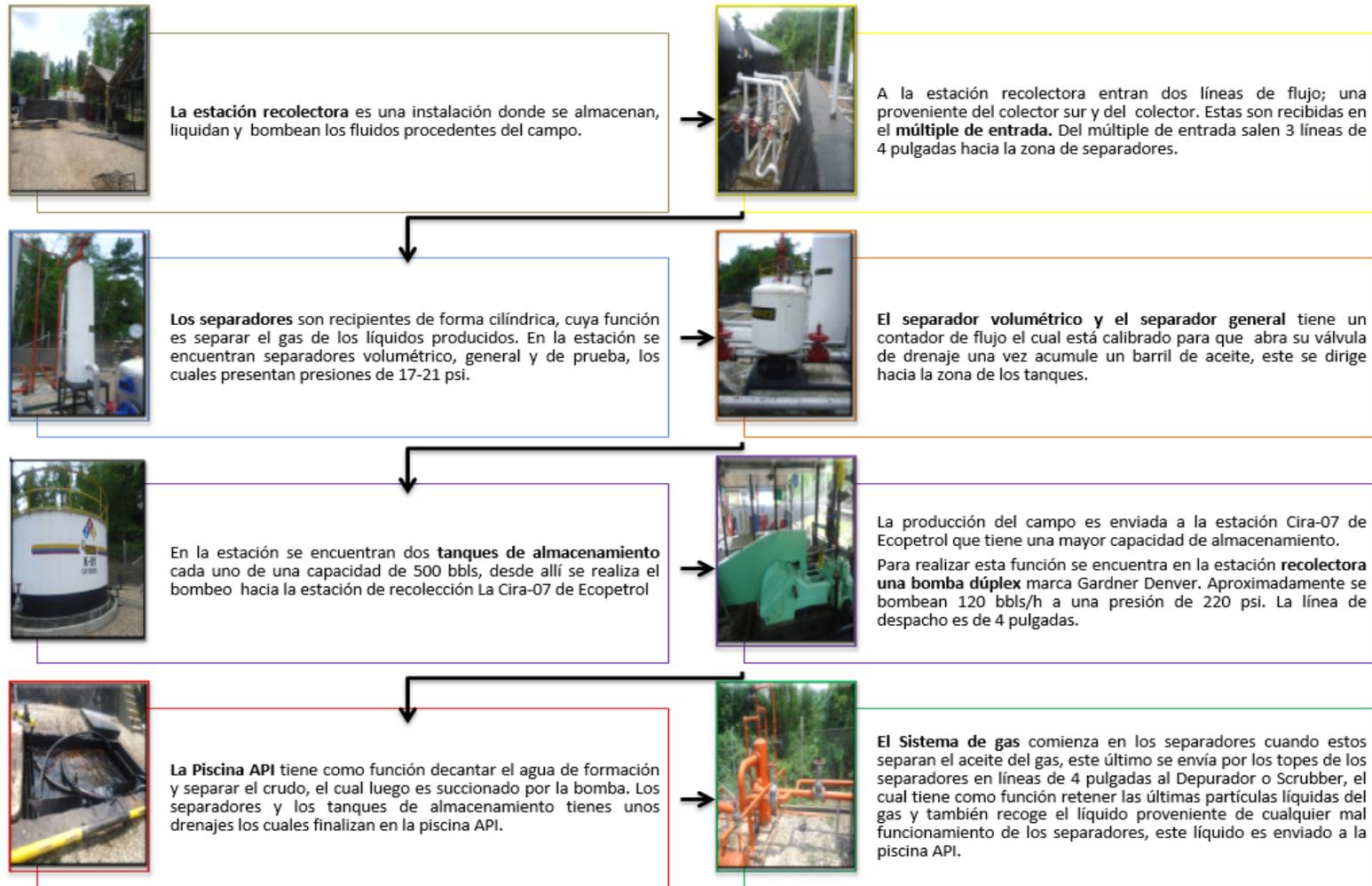
b. Transporte del crudo: en la **Figura 4** se representa el recorrido que realiza el crudo, desde su extracción en pozo, hasta la separación del agua asociada a la producción en la planta deshidratadora de Lizama. Algunos pozos cuentan con línea de conducción, otros por el contrario almacenan el crudo en un tanque satélite y de allí se transporta en carrotanque hasta la estación recolectora del campo. El gas obtenido es venteado en una tea que se encuentra ubicada en la estación recolectora.

Figura 4. Transporte del crudo producido en el CEC



c. Estación recolectora y de bombeo: En la **Figura 5** se resume el proceso, desde que el crudo ingresa a la unidad de separación y bombeo de la estación recolectora y de bombeo. En cada paso, se describe cada unidad de proceso, como son: los múltiples de entrada (captación de las líneas de crudo), los separadores (unidad separadora de gases y líquidos), tanques de almacenamiento, sistema de bombeo, la piscina API (proceso de decantación del agua) y finalmente el sistema de gas.

Figura 5. Procesos – Estación de Recolección y Bombeo del CEC



1.4 ANÁLISIS DE CAUSALIDAD

El análisis de causalidad y los diagramas causales permiten hacer representaciones de la influencia y las relaciones que se establecen entre elementos de un sistema, de este modo es posible conocer la estructura del mismo.

“Es en sí un modelo, en la medida en que supone hacer una representación gráfica de un sistema. Es un modelo más formalizado que una descripción lingüística en lenguaje natural, pero mucho menos preciso que una descripción en lenguaje formal matemático”³⁵.

Las características principales del análisis de causalidad son:

- Muestran el comportamiento de un sistema.
- Facilita el conocimiento de la estructura de un sistema dinámico, dependiendo de la especificidad de las variables y su interrelación.
- La relación causal se establece cuando un elemento A determina un elemento B, con relación a una causa o efecto.
- La relación entre una variable A y otra B se representa mediante una flecha, esta relación puede ser de aumento o disminución.

La simbología empleada para la representación del análisis de causalidad es la siguiente:

- Nubes: representa una cantidad no determinada de material, situación o variable.

³⁵ USÓ DOMÉNECH, J.L., et al. Teoría del medio ambiente: Modelización. Publicaciones de la Universitat Jaume I, 2004. 321 p. ISBN 84-8021-471-6

- Niveles: corresponde a la variable a analizar y acumula material a través de los canales controlados por las válvulas.
- Válvulas: representan restricciones del flujo de material.
- Flujo de material: son flechas que relacionan unas variables con otras y representan las relaciones causales existentes entre sí.³⁶

1.5 ANÁLISIS MULTICRITERIO

El análisis de alternativas permite comparar un conjunto de opciones relacionadas con una serie de criterios de decisión³⁷, en la actualidad existen diferentes técnicas que permiten evaluar criterios con fines de apoyar la toma de decisión a través de la selección de la mejor alternativa más viable para cada proyecto. Los distintos tipos de métodos pueden ser clasificados en dos grupos, dependiendo de la cantidad de objetivos con los que puedan trabajar. Los métodos simples, son aquellos que realizan análisis a partir de un solo objetivo, los métodos complejos pueden trabajar con varios objetivos simultáneamente.

El análisis multi-criterio (AMC) es una herramienta que permite combinar aspectos tanto cuantitativos como cualitativos en el proceso de la toma de decisiones. Esta herramienta implica la elaboración de modelos sistemáticos que se deben adaptar a las necesidades específicas del problema, donde el grupo de personas responsables de tomar las decisiones tienen que elegir una solución entre varias opciones. Dentro de los métodos de evaluación se destacan:

- **Indicadores Económicos.** Por ejemplo: VAN, TIR, relación beneficio/costo, período de recuperación del capital, etc.

³⁶ STERMAN, John D. *Systems Thinking and Modeling for a Complex World*. Massachusetts Institute of Technology. Mc Graw Hill; 2000.

³⁷ Macharis, C., Brans, J.P. and Mareschal, B. (1998). The GDSS PROMETHEE Procedure, *Journal of Decision Systems*, 7, 283-307.

- **Modelos de puntuación.** Se utilizan ponderaciones por objetivo y puntajes de cumplimiento de las alternativas a los objetivos.
- **Programación lineal.** La función objetivo seleccionada, suele maximizar la suma de los valores actuales netos sociales, de las alternativas incluidas en el programa de inversiones sujeto a restricciones.
- **Método Delphi.** Estructura un proceso de comunicación grupal de tal manera que pueda resolverse un problema complejo.
- **Q- sorting.** Con el trabajo sistematizado de un grupo de evaluadores se obtiene una clasificación de las alternativas según su aporte a los objetivos de la organización.³⁸

Debido a la necesidad de utilizar una metodología que permitiera calificar y priorizar las etapas del proceso a evaluar según el grado de importancia a intervenir bajo ciertos requerimientos, se elige implementar la matriz QFU (despliegue de función de calidad) como opción del análisis multi-criterio.

1.6 METODOLOGÍA DE CICLO DE VIDA CON ENFOQUE HUELLA DE CARBONO

El análisis de ciclo de vida (ACV), es una herramienta metodológica empleada para determinar el impacto potencial de un producto, proceso o sistema, a lo largo de todo su ciclo de vida. El aspecto característico del ACV es su enfoque integral, es decir, que contempla todos los elementos que hacen parte de él, tales como recursos, materias primas, consumos de energía, emisiones al ambiente, subproductos generados, etc.

³⁸ GOICOCHEA, A.; HANSEN, D.R.; DUCKSTEIN, L. Multiobjective decision analysis with engineering and business applications. New York: J. Wiley & Sons; 1982.

El estudio se puede realizar desde la extracción de las materias primas hasta su gestión final y se denomina de la “cuna a la tumba”, cuando se delimita hasta su obtención es conocido como de la “cuna a la puerta” y cuando solo se desarrolla dentro del proceso productivo se le llama puerta a puerta”³⁹.

En el cálculo de Huella de Carbono se mide la totalidad de gases de efecto invernadero (GEI) emitidos de forma directa o indirecta de un individuo, institución, proceso o producto. En ella se tienen en cuenta todos los GEI que contribuyen al calentamiento global, estos gases posteriormente son expresados individualmente en unidades equivalentes de CO₂. La relación entre la Huella de Carbono y el ACV es que la huella de carbono es una forma sintetizada de ACV en donde, el énfasis en la valoración del impacto ambiental se enfoca sobre la categoría de Calentamiento Global⁴⁰.

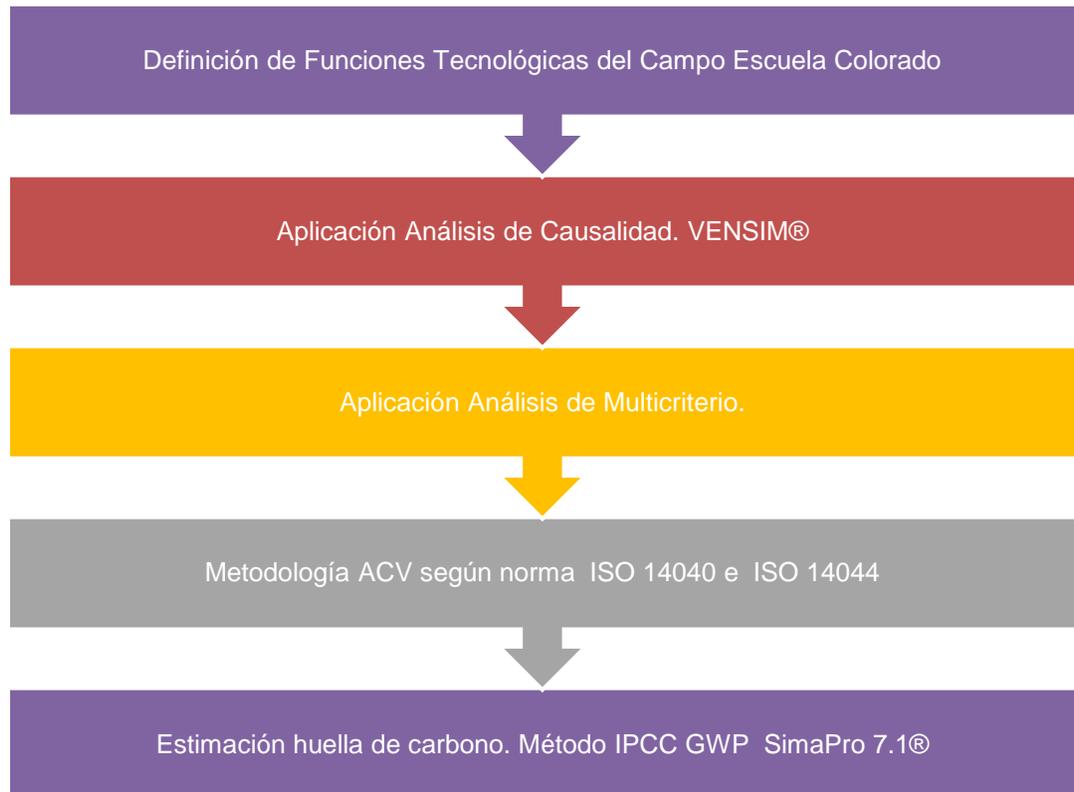
³⁹ IHOBE, Sociedad Pública Ambiental. Gobierno del país Vasco. Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. 2009.

⁴⁰ *Ibíd.*

2. METODOLOGÍA

En la **Figura 6** se presenta la secuencia de metodologías implementadas en la caracterización de la huella de carbono, de la operación del Campo Escuela Colorado, mediante la definición de las funciones tecnológicas, aplicación de diagramas de causalidad, análisis de multicriterio y de la metodología de ACV con enfoque hacia la huella de carbono.

Figura 6. Metodología Aplicada en la caracterización de la huella de carbono del CEC



2.1 DEFINICIÓN DE FUNCIONES TECNOLÓGICAS DEL CEC

El primer paso dentro del desarrollo de la metodología del presente trabajo de aplicación, fue la determinación de las funciones, que acogen en su totalidad los procesos involucrados en el proyecto Campo Escuela Colorado, las cuales se muestran en la **Figura 7**.

Figura 7. Funciones Tecnológicas del CEC



- **GESTIÓN ADMINISTRATIVA:** es la única función que se desarrolla fuera del Campo Colorado y corresponde a los procesos adelantados en las oficinas del proyecto en Bucaramanga, donde se realiza la planeación, gestión de compras, logística, toma de decisiones, definición de planes de trabajo, reuniones gerenciales, organización de actividades de investigación, extensión, docencia, entre otras.

- **MANTENIMIENTO:** se refiere a las actividades realizadas en el campo para el aseguramiento del correcto estado de los pozos, tales como:
 - Inyección de productos químicos para el manejo de parafinas
 - Verificación de presiones de pozo
 - Revisión de la integridad de las facilidades

- **EXTRACCIÓN Y TRANSPORTE:** son las funciones específicas para la obtención del crudo, que se desarrollan íntegramente en campo y que se describieron anteriormente en el numeral 1.3.

2.2 APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CAUSALIDAD

Para el presente trabajo de aplicación se empleó la simbología definida para los diagramas de causalidad que permiten representar situaciones como flujos de materia, el comportamiento del sistema, procesos intermedios, entre otros.

Por lo anterior, se requirió realizar previamente, la caracterización de la operación del CEC y conocer las actividades, tareas, materiales, flujos, emisiones, etc., que se generan en la extracción del crudo, para poder realizar la construcción del modelo que describa la dinámica del sistema y proceder con la aplicación del ACV para determinar la huella de carbono.

Como se mencionó anteriormente, con el análisis de causalidad se realizó una representación gráfica del comportamiento del sistema a estudiar, para este caso en particular, lo que se buscó fue comparar visualmente, qué criterios y qué funciones tenían mayor impacto sobre la huella de carbono. Lo anterior se llevó a cabo usando el software VENSIM⁴¹

⁴¹ VENSIM® PLE for Windows Versión 6.3 E. Copyright 1988-2015 Ventana Systems, Inc.

La información necesaria para la construcción del diagrama de causalidad fue la siguiente:

a. FUNCIONES TECNOLÓGICAS: éstas fueron las definidas anteriormente, en el numeral 3.1.

b. DEFINICIÓN DE CRITERIOS: la definición y selección de criterios se efectuó con base en elementos que pudiesen tener alguna influencia en el impacto ambiental y en la estimación de la huella de carbono. Los criterios definidos se listan a continuación:

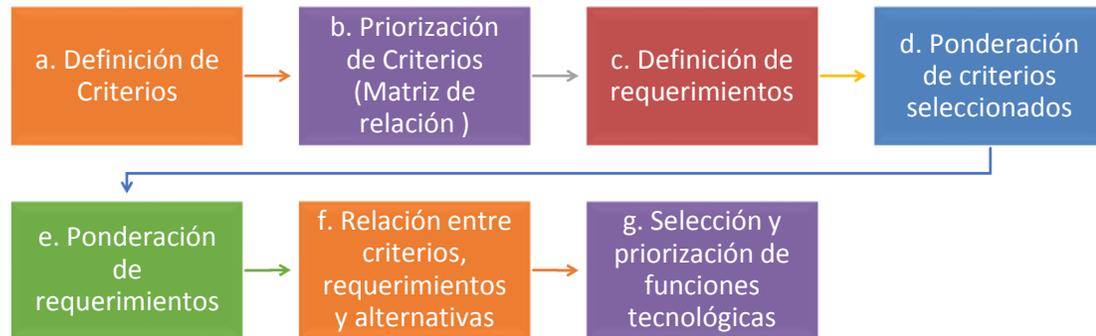
- Consumo de Agua
- Generación de Residuos Ordinarios
- Generación de Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEEs)
- Generación de Residuos Peligrosos
- Consumo de Energía
- Consumo Combustible
- Tiempo de Operación
- Consumo de Productos Químicos

2.3 METODOLOGÍA DE ANÁLISIS MULTICRITERIO

Esta parte del desarrollo metodológico se realizó utilizando un sistema de matriz⁴² que se sintetiza en la **Figura 8** y que muestra los pasos que se siguieron para la selección de las funciones tecnológicas para complementar el análisis de causalidad.

⁴² Rapcs-k, T. (2004) Multiattribute Decision Making, Lecture notes, Department of Decisions in Economics, Corvinus University, Budapest.

Figura 8. Pasos del Análisis de Multicriterio del CEC



a. Definición de criterios: la definición y selección de criterios deben ser de diversos caracteres, para posteriormente al hacer la comparación se cubran todos los aspectos relevantes de las diferentes etapas de proceso, seleccionadas en este estudio. La selección, así como la correcta y precisa definición de lo que comprende cada criterio es primordial para poder elaborar una matriz completa y eficiente. Para este caso se tuvieron en cuenta los mismos criterios empleados en el diagrama causal.

b. Priorización de Criterios: De los ocho criterios definidos, se seleccionaron los de mayor importancia, una vez realizada la relación entre los mismos criterios y utilizando los niveles de importancia que se presentan en la siguiente **Tabla 2**:

Tabla 2. Niveles de Evaluación de Criterios

EVALUACIÓN DE CRITERIOS	NIVEL
Mucho más importante	10,0
Más Importante	5,0
Igual	1,0
Menos Importante	0,2
Mucho menos importante	0,1

Para lo anterior, fue necesario crear una matriz de pares, es decir hacer una tabla en la que se nombren las filas y columnas con cada uno de los criterios. Y seguidamente se compara la importancia que tiene cada criterio, dentro del proceso de producción, de cada fila contra cada columna y se le asigna un valor de acuerdo a la **Tabla 2**. Se estipuló que solo los criterios con valores superiores a 0,2 continuarían en el proceso de análisis.

c. Definición de requerimientos: se determinó un número específico de requerimientos característicos que se pudieran relacionar con cada criterio definido. Los requerimientos y valores asignados, según la metodología fueron:

- Importancia en el proceso (9)
- Disponibilidad del recurso (8)
- Impacto por uso (7)
- Impacto por obtención (6)

d. Ponderación de criterios seleccionados: se asignó el grado de importancia a cada criterio obtenido de la matriz de selección. Cada criterio tuvo un valor de acuerdo al valor número obtenido por la columna, como se presenta en la siguiente ecuación 1:

$$\textit{Ponderación Criterios} = \frac{\sum \textit{valores de cada criterio}}{\sum \textit{valores de todos los criterios}} \quad \text{Ec. 1}$$

e. **Ponderación de requerimientos:** se escogieron los requerimientos con mayor afinidad para cada criterio y se ponderaron como se muestra en la siguiente ecuación 2:

$$\text{Ponderación Requerimientos} = \frac{\text{Valor Requerimiento} * \text{Pond. Criterio}}{\sum \text{Valores Requerimientos}} \quad \text{Ec. 2}$$

f. **Relación de criterios, requerimientos y alternativas:** determinados los valores de ponderación, se integró la matriz de criterios y la matriz de requerimientos y funciones tecnológicas. En este paso se asignaron los niveles de importancia (N) según el requerimiento versus la función tecnológica, tomando como referencia los valores de la **Tabla 3**⁴³:

Tabla 3. Niveles de Importancia relación Criterio/requerimientos/Alternativa

Importancia del Criterio	Nivel
Óptimo	5
Muy Bueno	4
Bueno	3
Regular	2
Malo	1

Después de definir las relaciones se procedió a estimar el ponderado de cada alternativa. Para esto se hizo un producto entre el ponderado del parámetro con la puntuación de la alternativa. Finalmente, se sumó cada columna obteniéndose un valor numérico para cada una.

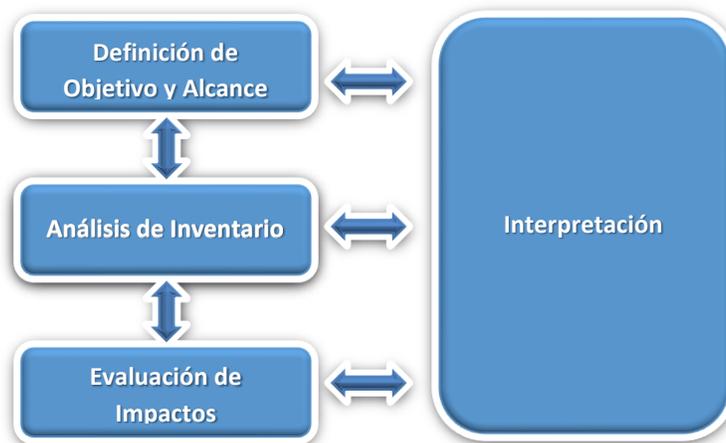
⁴³ Rapcs-k, T. (2004) Multiattribute Decision Making, Lecture notes, Department of Decisions in Economics, Corvinus University, Budapest.

g. Selección y priorización de funciones tecnológicas: finalmente la matriz de evaluación, se configuró de tal forma que al realizar el producto entre el nivel de importancia y el ponderado del requerimiento se obtuviera un valor total para cada alternativa y de allí se seleccionaron las funciones de mayor significancia (valores >2).

2.4 ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA

Esta parte de la metodología se desarrolla dando cumplimiento a la norma ISO 14040⁴⁴ (principios y marco de referencia) e ISO 14044⁴⁵ (definición del objetivo y alcance del estudio, análisis del inventario, análisis del impacto e interpretación), donde todo proyecto de Análisis de Ciclo de Vida (ACV) está enmarcado en cuatro etapas metodológicas que muestran en la **Figura 9**:

Figura 9. Etapas Metodológicas del ACV



Fuente: Norma ISO 14040 (2006)

⁴⁴ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. NTC-ISO 14040:2007. Bogotá: ICONTEC, 2007.

⁴⁵ INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida. NTC-ISO 14044:2007. Bogotá: ICONTEC, 2007.

El ACV desarrollado para el Campo Escuela Colorado es de tipo “puerta a puerta”, según la tipología por atributos, ya que no se realiza comparación alguna, con procesos similares. El software empleado para la evaluación de impactos fue SimaPro 7.1⁴⁶, por la disponibilidad que tiene la Universidad de su licencia y además, porque durante la revisión documental, éste fue referenciado como el de mejor desempeño. Durante la utilización del software para la evaluación de las categorías de impacto se empleó el método IMPACT 2002+, ya que a su vez integra el método IPCC GWP.

2.5 ESTIMACIÓN DE LA HUELLA DE CARBONO

Como último aspecto desarrollado dentro de la metodología propuesta para el caso de estudio, se continuó con el uso del software SimaPro, pero haciendo un cambio entre los métodos de evaluación, pasando de IMPACT 2002+ a IPCC GWP a 20, 100 y 500 años.

Una descripción más detallada de los numerales 4.4 y 4.5, se expone en el Capítulo 6, esto con el ánimo de dar estricto cumplimiento a las normas ISO, la cuales precisan la forma cómo se debe entregar todo el reporte de ACV y no incurrir en repeticiones dentro del documento.

⁴⁶ SimaPro 7 © PRé Consultants BV 2008.

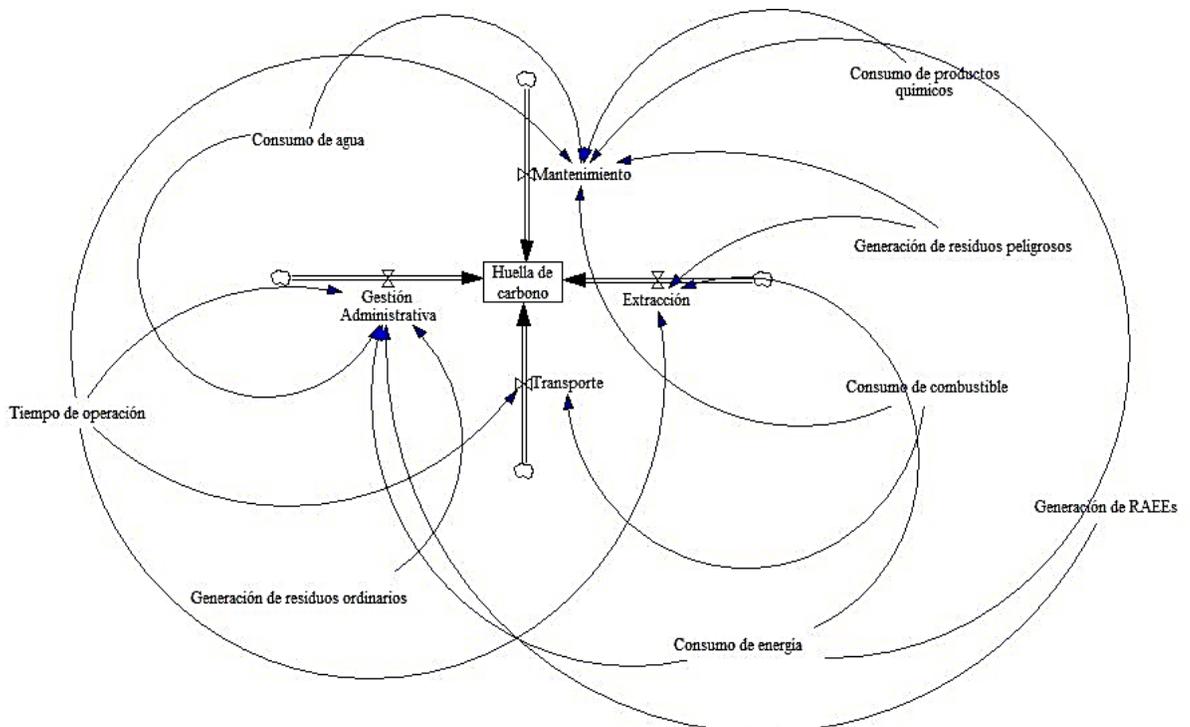
3. SELECCIÓN DE FUNCIONES TECNOLÓGICAS

En este capítulo se presenta el resultado de la aplicación de las metodologías de análisis de causalidad y análisis multicriterio, descritas en el capítulo anterior y que se emplearon para determinar cuáles de las cuatro funciones tecnológicas se debían incluir en el análisis de ciclo de vida y huella de carbono del CEC.

3.1 APLICACIÓN ANÁLISIS DE CAUSALIDAD

Como se explicó anteriormente, con el uso del software Vensim, versión 6.3, las funciones tecnológicas del CEC y los criterios definidos en la metodología se realizó la representación del sistema. A continuación, en la **Figura 10**, se puede observar el resultado del mismo.

Figura 10. Diagrama de Causalidad del CEC



A simple vista se podría decir que las funciones mantenimiento y gestión administrativa, son las que mayores interrelaciones poseen dentro del sistema y por lo tanto tendrían una influencia elevada en la huella de carbono, sin embargo con el uso de la herramienta de análisis multicriterio se buscó validar esa primera apreciación.

Por otra parte, lo que si claramente se puede establecer es que por la forma en que se presentan las interrelaciones, se infiere que el ACV es de tipo discriminado, ya que no se comparten en su totalidad las mismas características y por lo tanto hay grandes diferenciaciones entre las funciones tecnológicas.

3.2 APLICACIÓN ANÁLISIS MULTICRITERIO

Debido a la necesidad de utilizar una metodología que permitiera calificar y evaluar criterios y requerimientos para la priorización del grado de importancia a intervenir de las funciones tecnológicas (extracción, mantenimiento, transporte, administración). En primera instancia se aplicó una matriz de priorización, con el fin de reducir las opciones de criterios de evaluación y dejar aquellos más eficaces y deseables.

En la matriz la información se ingresó de la siguiente manera: se listaron los ocho criterios definidos desde el análisis causal en la primera columna (uno por cada fila) que para este caso la columna se llamó **A** y se volvieron a ubicar de forma individual en las siguientes columnas de la **B** a la **I**. Posteriormente se compararon según la importancia, para la producción de crudo, de cada uno de los criterios ubicados en la columna **A**, contra los demás ubicados en las columnas de la **B** a la **I**, por medio del nivel de evaluación de la escala reportada en la metodología **Tabla 2** (asignando el valor 10 para la relación entre criterios de mayor importancia y 0,1 para de menor significancia). Se aclara que el valor representa la importancia del criterio de la fila sobre el criterio de la columna.

Tan pronto como se estableció la relación de importancia entre los criterios, se hizo la sumatoria por fila de cada criterio y la sumatoria total de todos los criterios a evaluar ingresados en la columna **J**, con esta información se obtuvo un factor de ponderación, que se calculó dividiendo la sumatoria de cada fila sobre la sumatoria de la columna **J**, tal como se presenta en la **Tabla 4**. Si el factor de ponderación de un criterio es bajo (<0.2) como es el caso de los criterios que se encuentran resaltados en color rojo, se descartan para la siguiente parte de la metodología.

Para mayor claridad del empleo de la metodología se presenta como ejemplo, la valoración de la importancia entre el consumo de agua sobre la generación de residuos ordinarios (celda **C1**), donde se asignó un valor de 10, debido a que el consumo de agua es fundamental para la operación del campo independiente del volumen de residuos que se generen, así mismo se hace para las celdas D1, E1, F1, G1, H1 e I1, la suma de los valores de la fila 1 tuvo un valor de 26,4 este valor se dividió en la sumatoria total de la matriz que fue de 121,1 y por eso dio como resultado una ponderación de 0,218. De igual manera se realiza para cada una de las filas de la matriz.

Los criterios de selección cuya ponderación fue superior a 0,2 ordenados de mayor a menor y resaltados en la **Tabla 4** en color verde son:

- Consumo de energía > consumo de agua > consumo de combustible.

Una vez definidos los tres criterios de mayor relevancia (consumo de energía, consumo de agua y consumo de combustible) se pasó a la priorización de las funciones tecnológicas, bajo la definición de los requerimientos más importantes y asociados al proceso de extracción de crudo. Estos requerimientos permiten comparar y asociar bajo los criterios definidos, la importancia de cada función tecnológica, para luego ser evaluada y así seleccionar la opción más relevante y

conveniente al estudio. Para ello se asignó a cada criterio los cuatro requerimientos con sus respectivos valores para continuar con los cálculos de ponderación de requerimientos, donde se estimaron los valores de selección (superiores a 2), que permitieron determinar qué función tecnológica se tendría en cuenta para el ACV y la huella de carbono, como se observa en la **Tabla 5**.

Para dar claridad al diligenciamiento de la **Tabla 5**, se toma como ejemplo la relación establecida entre el primer criterio (consumo de energía), un requerimiento (importancia en el proceso) y una función tecnológica (extracción), los valores presentados se calcularon de la siguiente manera:

La ponderación del criterio es el valor hallado en la matriz de priorización **Tabla 4** (0,297), a la importancia en el proceso previamente se le había asignado un valor de 9, por lo cual el ponderado resultó de multiplicar 0,297 por 9 y dividirlo en 30, este último dato corresponde a la sumatoria de los valores asignados a los cuatro requerimientos, lo cual dio como resultado 0,089. Posteriormente este número se multiplica por el nivel asignado, que en este caso es de 5, para finalmente obtener 0,446, así mismo se replicó este proceso para cada requerimiento y finalmente se hizo la sumatoria de cada columna por función tecnológica.

Tabla 4. Matriz de Priorización de Criterios

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
CRITERIOS DE SELECCIÓN	Consumo Agua	Generación Residuos Ordinarios	Generación Residuos RAEEs	Generación Residuos Peligrosos	Consumo Energía	Consumo Combustible	Tiempo Operación	Consumo Productos Químicos	SUMA	Ponderación	
1 Consumo de Agua		10	5	5	1	0,2	0,2	5	26,4	0,218	
2 Generación de Residuos Ordinarios	0,2		0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	1,4	0,012	
3 Generación de Residuos RAEEs	0,2	5		0,2	0,2	0,2	0,2	1	7,0	0,058	
4 Generación de Residuos Peligrosos	0,2	5	5		0,2	0,2	0,2	1	11,8	0,097	
5 Consumo de Energía	1	5	5	5		10	5	5	36,0	0,297	
6 Consumo Combustible	10	5	5	5	0,2		0,2	0,2	25,6	0,211	
7 Tiempo de Operación	1	0,2	0,2	5	0,2	5		0,2	11,8	0,097	
8 Consumo de Productos Químicos	0,1	0,2	0,2	0,2	0,1	0,1	0,2		1,1	0,009	

Tabla 5. Matriz de Selección de Funciones Tecnológicas

criterio	Ponderación	Requerimiento	Ponderado	N	Extracción	N	Mtto	N	Gestión Adm.	N	Transp. I	N	Transp. E
Consumo de Energía	0,297	Importancia en el proceso	0,089	5	0,446	2	0,178	3	0,268	1	0,089	1	0,089
		Disponibilidad del recurso	0,079	5	0,396	5	0,396	5	0,396	1	0,079	1	0,079
		Impacto por obtención	0,059	5	0,297	2	0,119	4	0,238	1	0,059	1	0,059
		Impacto por uso	0,069	5	0,347	1	0,069	5	0,347	1	0,069	1	0,069
Consumo de Agua	0,218	Importancia en el proceso	0,065	4	0,262	5	0,327	2	0,131	4	0,262	4	0,262
		Disponibilidad del recurso	0,058	3	0,174	3	0,174	4	0,233	3	0,174	3	0,174
		Impacto por obtención	0,044	5	0,218	5	0,218	1	0,044	5	0,218	5	0,218
		Impacto por uso	0,051	5	0,254	5	0,254	2	0,102	4	0,203	4	0,203
Consumo Combustible	0,211	Importancia en el proceso	0,063	4	0,254	4	0,254	1	0,063	5	0,317	5	0,317
		Disponibilidad del recurso	0,056	3	0,169	5	0,282	1	0,056	5	0,282	5	0,282
		Impacto por obtención	0,042	5	0,211	5	0,211	1	0,042	5	0,211	5	0,211
		Impacto por uso	0,049	4	0,197	4	0,197	1	0,049	5	0,247	5	0,247
					3,226		2,681		1,969		2,212		2,212

Por lo anterior se pudo concluir que aunque en un primer acercamiento, la función tecnológica “Gestión Administrativa” presentaba un alto grado de injerencia, sobre la huella de carbono, al emplear otra metodología más estructurada, se encontró que finalmente las funciones a tener en cuenta sobre el análisis de ciclo de vida y la huella de carbono son: Mantenimiento, Extracción y el Transporte.

4. ANÁLISIS DE CICLO DE VIDA: ENFOQUE HUELLA DE CARBONO

4.1 DEFINICIÓN DEL OBJETIVO Y ALCANCE

El estudio inicia con la fase de la determinación del objetivo y alcance, en el cual se define el sistema del producto a estudiar, la función y unidad funcional, límites y reglas de exclusión, requeridos en el estudio.

4.1.1 Objetivo

Cuantificar el impacto ambiental potencial de la operación del Campo Escuela Colorado, realizando una primera evaluación con la metodología de Análisis de Ciclo de Vida. En la evaluación se tendrá en cuenta las categorías de impacto según el método seleccionado; profundizando en la categoría de cambio climático, con el uso del software SimaPro 7.1. Los resultados de este caso, pretenden mostrar los efectos posibles sobre el medio ambiente, que causan el desarrollo de los procesos involucrados en la producción de crudo en el CEC a lo largo del tiempo, permitiendo identificar oportunidades para mejorar la sostenibilidad del campo.

4.1.2 Alcance

Se enmarca en la realización de un ACV con tipología “puerta a puerta”, con enfoque huella de carbono, para la producción de crudo del CEC, teniendo en cuenta la selección de funciones tecnológicas definidas en el capítulo anterior. El estudio vincula el consumo energético, agua y combustible en la extracción de crudo por bombeo mecánico, hasta su entrega en la planta deshidratadora Lizama ver **Figura 11**.

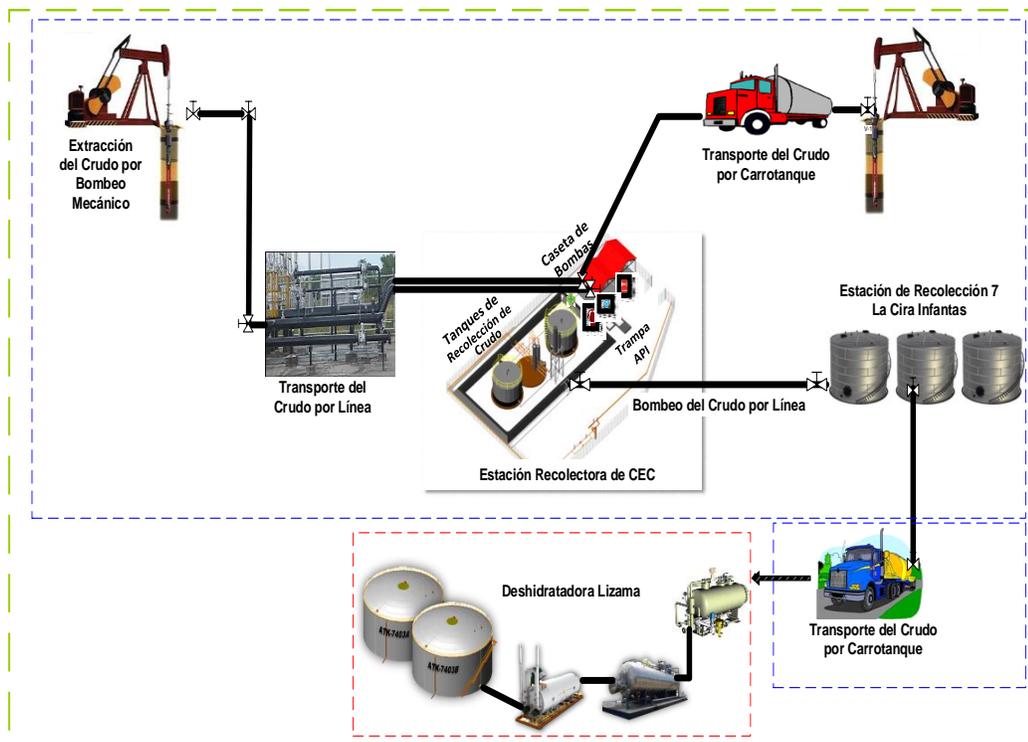
4.1.3 Unidad funcional

Se definió como unidad funcional la producción de 1 barril de crudo del CEC.

4.1.4 Límites del sistema

Los límites, permitieron determinar qué procesos unitarios están incluidos en el estudio de ACV, a través del análisis de causalidad y del análisis multicriterio, para la selección de las funciones tecnológicas. En la **Figura 11** se describe el sistema, en el que se muestran los procesos unitarios y sus relaciones, indicando los respectivos límites del sistema. Las unidades de proceso objeto de estudio están delimitadas por las líneas de color azul (sistema de extracción, transporte de crudo por tubería o carro tanque, estación de recolección y bombeo de crudo) y la etapa excluida se encuentra en la delimitación de color rojo (Deshidratadora Lizama).

Figura 11. Alcance y Límites ACV de la CEC.



4.1.4.1 Límite Global

El ACV puerta a puerta, contemplará exclusivamente las actividades concernientes a la producción de crudo en el CEC, desde la extracción por bombeo mecánico, hasta su entrega en la planta deshidratadora Lizama.

4.1.4.2 Límite Temporal

Para efectos del estudio, se analizó la información histórica suministrada por el Campo Escuela Colorado para el año 2012, último periodo, donde la producción fue continua en todo el año.

4.1.5 Reglas de exclusión

Para el desarrollo del trabajo, se excluye del ACV: las etapas de exploración, perforación e instalación de facilidades de superficie del campo, las cargas asociadas a la utilización de insumos para el mantenimiento y operación del campo, la disposición final de los residuos generados, el tratamiento del agua de producción, la obtención de materias primas y el mantenimiento de vehículos. De igual forma se excluyen los flujos o corrientes asociadas a:

- Los bienes de capital (equipos de operación, procesamiento, transporte, edificaciones, maquinarias, etc.).
- Las sustancias químicas (aceites, diluyentes, estabilizadores, etc.) usadas en cada etapa del proceso.
- Transporte de sustancias químicas y materiales (repuestos, accesorios, etc), utilizadas en las diferentes etapas del proceso.
- Impactos asociados al traslado, montaje y desgaste de facilidades (tuberías).
- Impactos asociados por vertimientos hídricos y generación de residuos sólidos.

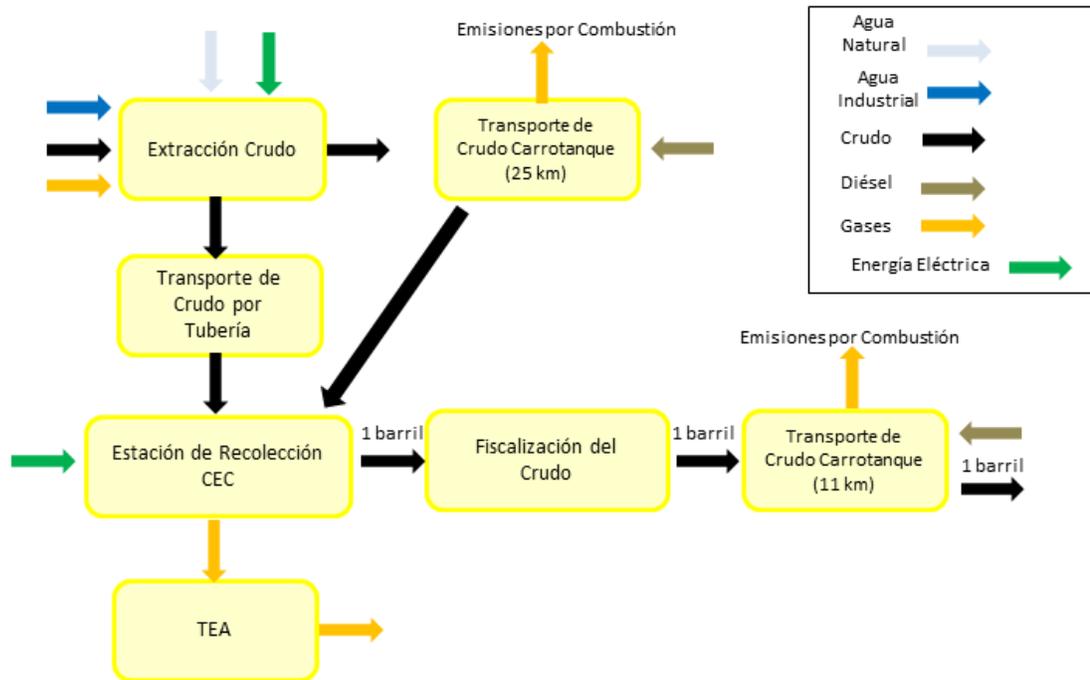
4.2 ANÁLISIS DEL INVENTARIO DE CICLO DE VIDA

Los inventarios del impacto ambiental están basados en datos reales de la industria de los hidrocarburos con lineamientos del software SimaPro. Esta etapa está orientada por la norma NTC ISO 14044, cuyo objeto es: la evaluación de los impactos ambientales potenciales a partir de los resultados del análisis del inventario. Es por eso que se incluyen los datos asociados al consumo de materias primas y consumos energéticos (flujos másicos, volumétricos y energéticos) según el alcance definido, para la obtención del perfil ambiental, como se presenta en el diagrama de flujo del proceso, como de los mapas de proceso obtenidos del software.

4.2.1 Diagrama de Flujo

La **Figura 12** relaciona los flujos de entrada y salida en cada etapa del proceso para la producción de 1 barril de crudo. Los diferentes flujos (crudo, agua, diésel, energía, etc.) utilizados en cada etapa, son identificados con líneas de diferente color y asignados según el consumo respectivo.

Figura 12. Diagrama de Flujo del CEC



4.2.2 Flujos másicos y energéticos

En la **Tabla 6** se presentan los datos promedio (producción de crudo, agua y gas) analizados durante el año 2012 ver **Anexo A**. Así mismo, en la tabla se muestra alguna característica de calidad del crudo como lo es la gravedad API, el porcentaje de humedad y la relación entre el crudo obtenido y el gas producido en la extracción del mismo.

Tabla 6. Producción promedio del CEC

MES	PETROLEO MENSUAL (BOPM)	AGUA MENSUAL (BWPM)	GAS MENSUAL (ft ³)	% Humedad	GOR	API
Enero	13036,91	4876,78	7752,00	0,27	0,59	38,92
Febrero	14801,75	3778,90	9213,00	0,20	0,62	38,85
Marzo	13729,90	3329,70	11958,35	0,20	0,87	38,85
Abril	12318,30	2277,56	10648,07	0,16	0,86	38,61
Mayo	13454,22	3541,20	10810,06	0,21	0,80	38,47
Junio	12797,50	2783,26	7853,59	0,18	0,61	38,50
Julio	12653,35	4724,33	6605,26	0,27	0,52	38,32
Agosto	11550,41	4176,73	7516,56	0,27	0,65	38,32
Septiembre	10754,63	3263,21	7550,04	0,23	0,70	38,31
Octubre	10491,31	4331,23	7271,27	0,29	0,69	38,45
Noviembre	8882,77	3190,98	7109,64	0,26	0,80	38,46
Diciembre	7903,75	1491,21	7037,49	0,16	0,89	38,46
Promedio	11864,57	3480,42	8443,78	0,22	0,72	38,54

Fuente: Formas del Ministerio de Minas y Energía 2012

En la **Tabla 7** se registran los flujos máxicos y volumétricos utilizados en cada etapa del proceso, referenciados para la producción de 1 barril de crudo, como unidad funcional del estudio.

Tabla 7. Flujos Máxicos de Entrada

Sustancia	Extracción de Crudo	Estación de Recolección CEC	Tea	Transporte Carro-tanque Interno	Transporte Carro-tanque Externo
Petróleo (barril)	1	1	-	0,29	1
Agua Industrial (kg)	20,55	-	-	-	-
Agua Natural (kg)	0,217	-	-	-	-
Gas (ft ³)	620	620	620	-	-
Diésel (kg)	-	-	-	6,6026	2,9050

En la **Tabla 8** se presentan los consumos de energía eléctrica.

Tabla 8. Flujos Energéticos

Entrada	Extracción de Crudo	Estación de Recolección CEC
Energía Eléctrica (kWh)	1,8767	0,6676

4.2.3 Flujos Ambientales

Se realizó la cuantificación de las cargas ambientales (emisiones gaseosas, consumo de recursos no renovables) asociadas a cada subproceso utilizado en la producción de 1 barril de crudo, según la definición del alcance del estudio. En la **Tabla 9** se presenta el flujo ambiental de cada contaminante en kilogramos, asociado a la producción de 1kg de diésel, la combustión del diésel por 1 km de distancia recorrido, la generación (consumo) de 1 MJ de energía eléctrica proveniente de una planta hidroeléctrica y las emisiones generadas en la quema de 0.836 m³ gas en la respectiva tea.

Tabla 9. Flujos ambientales asociados a la producción de 1 barril de crudo

Sustancia (kg de contaminante)	Producción Diésel (1kg)	Combustión Diésel (1 km)	Energía Hidroeléctrica (1MJ)	Gas de Venteo (0,836 ft3)
Butano	-	-	-	2,57E-03
Calor (MJ)	-	1,50E+00	4,10E-05	-
Dióxido Carbono	2,77E+00	1,39E+00	2,82E-02	7,96E-04
Dióxido de Carbono, transformado	-	-	1,86E-02	-
Dióxido Sulfuro	-	2,00E-03	-	-
Etano	-	-	-	2,78E-03
Hidrocarburos no especificados	-	-	3,04E-06	-
Hollín	-	-	1,56E-05	-
Material Particulado <2,5 um	-	3,00E-04	-	-
Material Particulado, SPM	-	-	2,23E-06	-
Metano	1,00E-03	5,63E-6	3,05E-04	1,14E-02

Sustancia (kg de contaminante)	Producción Diésel (1kg)	Combustión Diésel (1 km)	Energía Hidroeléctrica (1MJ)	Gas de Venteo (0,836 ft3)
Monóxido Carbono	-	1,60E-03	1,16E-05	-
Nitrógeno	-	-	-	8,96E-04
Oxido de Sulfuro	2,00E-03	-	2,91E-05	-
Oxido Nitrógeno	1,00E-03	3,80E-03	8,80E-05	-
Oxígeno	-	-	-	3,63E-04
Pentano	-	-	-	1,48E-03
Propano	-	-	-	2,83E-03

En el **Anexo B** se incluye la caracterización del gas generado en el CEC, el cual se empleó en el desarrollo del presente trabajo de aplicación.

4.2.4 Tipos y fuentes de datos

Los datos empleados para el desarrollo de este trabajo, fueron tomados de los reportes oficiales de operación (diarios y mensuales); las formas del Ministerio de Minas y Energía; los Informes de Cumplimiento Ambiental presentados a las autoridades, bases de datos, informes entregados a la Agencia Nacional de Hidrocarburos e información suministrada por el supervisor e ingeniero de operaciones.

4.2.5 Calidad de datos

La información numérica utilizada para el inventario de entrada y salida, tal como se mencionó previamente, corresponden a la operación del Campo Colorado. La información fue suministrada por personal de operación del CEC. Así mismo, se emplearon datos obtenidos por talleres en clase magistral de ciclo de vida (carga ambiental para la producción de energía eléctrica), al igual que las bases de datos incorporadas en el software SimaPro. Cada unidad de proceso, se creó en relación a las sustancias disponibles en el software.

4.2.6 Limitaciones

Dentro de las limitantes, se encuentra que no fue posible adquirir información de la composición de los productos químicos, empleados durante el proceso de mantenimiento, por efectos de confidencialidad de las casas fabricantes. Otras limitaciones consideradas fueron:

- La información no se encontraba consolidada y sistematizada, razón por la cual tomo un tiempo considerable determinar qué información se tendría en cuenta para incluirla en el análisis.
- No se evalúan ni analizan, los impactos ambientales asociados a los residuos sólidos y vertimientos generados en los procesos involucrados en la producción de crudo en el CEC.
- Finalmente, el aspecto más importante a considerar es la versión del software disponible, ya que la información de las bases de datos tiene algunos cambios en las asignaciones o características, lo cual conlleva a presentar resultados con pequeñas variaciones. Esto se puso en evidencia en el momento de comparar los resultados obtenidos mediante los métodos de evaluación de impacto; en el numeral de interpretación de resultados, se hablará sobre este hallazgo.

4.2.7 Revisión crítica

Toda la información del análisis de ciclo de vida (inventarios) fue asegurada, revisada y validada por el supervisor y el ingeniero de operaciones, codirectores y director del proyecto, así como con la revisión de literatura y documentación de la industria.

4.3 ANÁLISIS DEL IMPACTO DE CICLO DE VIDA

4.3.1 Métodos de evaluación de impacto aplicados

En principio se utilizó el método IMPACT 2002+, como base de ACV exploratorio. Este método es una combinación de los métodos IMPACT 2002, ECOINDICADOR-99, CML e IPCC⁴⁷, pero dado que el estudio se enfoca en la determinación de la huella de carbono, se procedió con la aplicación del método IPCC, para estimar el GWP (Global Warming Potential)⁴⁸ con tres variantes en el horizonte de tiempo para los factores de emisión, es decir 20, 100 y 500 años.

4.3.2 Categorías de Impacto

Para el análisis de impacto exploratorio, donde se usó del método IMPACT 2002+, se tuvieron en cuenta las cuatro categorías de punto final que considera el método, es decir, afectación a la salud humana, calidad de ecosistemas, cambio climático y agotamiento de recursos, ya que comprenden la totalidad de los impactos ambientales en un indicador único con puntuaciones normalizadas. En la aplicación del método IPCC para determinar GWP, no fue necesario definir ninguna categoría específica, ya que éste solo evalúa la huella de carbono, en términos de CO₂-eq.

4.3.3 Árbol de Procesos

Es la estructura bajo la cual el software de uso SimaPro, organiza y articula los ensamblajes o subprocesos unitarios, que definen la producción de crudo del CEC. A cada subproceso se ingresó el inventario másico y energético, con la respectiva contribución ambiental. El valor de cada impacto se mide en unidades

⁴⁷ GOEDKOOOP, Mark., et al. SimaPro Database Manual V 2.2. Pré Consultants. 2008.

⁴⁸ Global Warming Potential: Potencial de Calentamiento Global

Pt (point), como puntuación global del proceso. Desde la **Figura 13** a la **Figura 16**, se describe la participación porcentual para el escenario ACV según el método IMPACT 2002+ y la caracterización huella de carbono según el Método IPCC 2007 GWP a 20, 100 y 500 años.

En la **Figura 13** se visualiza la contribución ambiental en cada subproceso para la producción de 1 barril de crudo extraído en el CEC, aplicando la metodología ACV por el método IMPACT 2002+. Del árbol de procesos, se deduce que la contribución ambiental es mayor en el subproceso de Mantenimiento (51,9%, por consumo de diésel) seguido del sistema de extracción (21,4%, asociado al consumo de energía eléctrica y emisión del gas en la tea), transporte interno (18,6%, por causa del consumo de diésel) y del transporte externo (8,15%, consumo diésel). Para esta figura en particular, los porcentajes representan la contribución de cada una de las funciones en la totalidad de los impactos generados para la sumatoria de cuatro categorías de punto final del método IMPACT 2002+ (cambio climático, salud humana, calidad de los ecosistemas y recursos).

De la **Figura 14** se extrae la contribución ambiental utilizando la metodología huella de carbono, según el método IPCC 2007 a 20 años. De la carga ambiental total, se atribuye el mayor porcentaje al sistema de extracción de crudo (79,8%, asociado por la quema de gases en la tea), seguido del área de mantenimiento (13,3%), del transporte interno (4,79%) y del transporte externo (1,13%), cargas asignadas por el consumo de energía eléctrica y combustible diésel.

En la evaluación a 100 años, según el método IPCC 2007, la **Figura 15**, muestra que la carga ambiental es originada principalmente en el subproceso de Extracción con una contribución del 57,9% de la carga total asociada a la quema y venteo de los gases obtenidos; seguido del subproceso Mantenimiento (27,8%) por causa de los impactos asociados al uso de combustible (diésel), que impactan

de manera directa el transporte interno (9,97%) y externo de crudo (4,37%), de todo el proceso.

Finalmente la **Figura 16**, se presenta la contribución ambiental del proceso CEC, evaluada a 500 años. Al igual que el análisis a 100 años, la evaluación a 500 años se ve afectada por los impactos asociados al consumo de diésel, energía hidroeléctrica y a la quema de gases. La contribución ambiental ordenada de mayor a menor por etapa de proceso es: Mantenimiento (46,5%) > extracción de crudo (29,5%) > transporte interno (16,7%) > transporte externo de crudo (7,31%).

En el **Anexo C**, se incluye la tabla con la valoración ambiental de cada función tecnológica.

Figura 13. Árbol de procesos - Método IMPACT 2002+

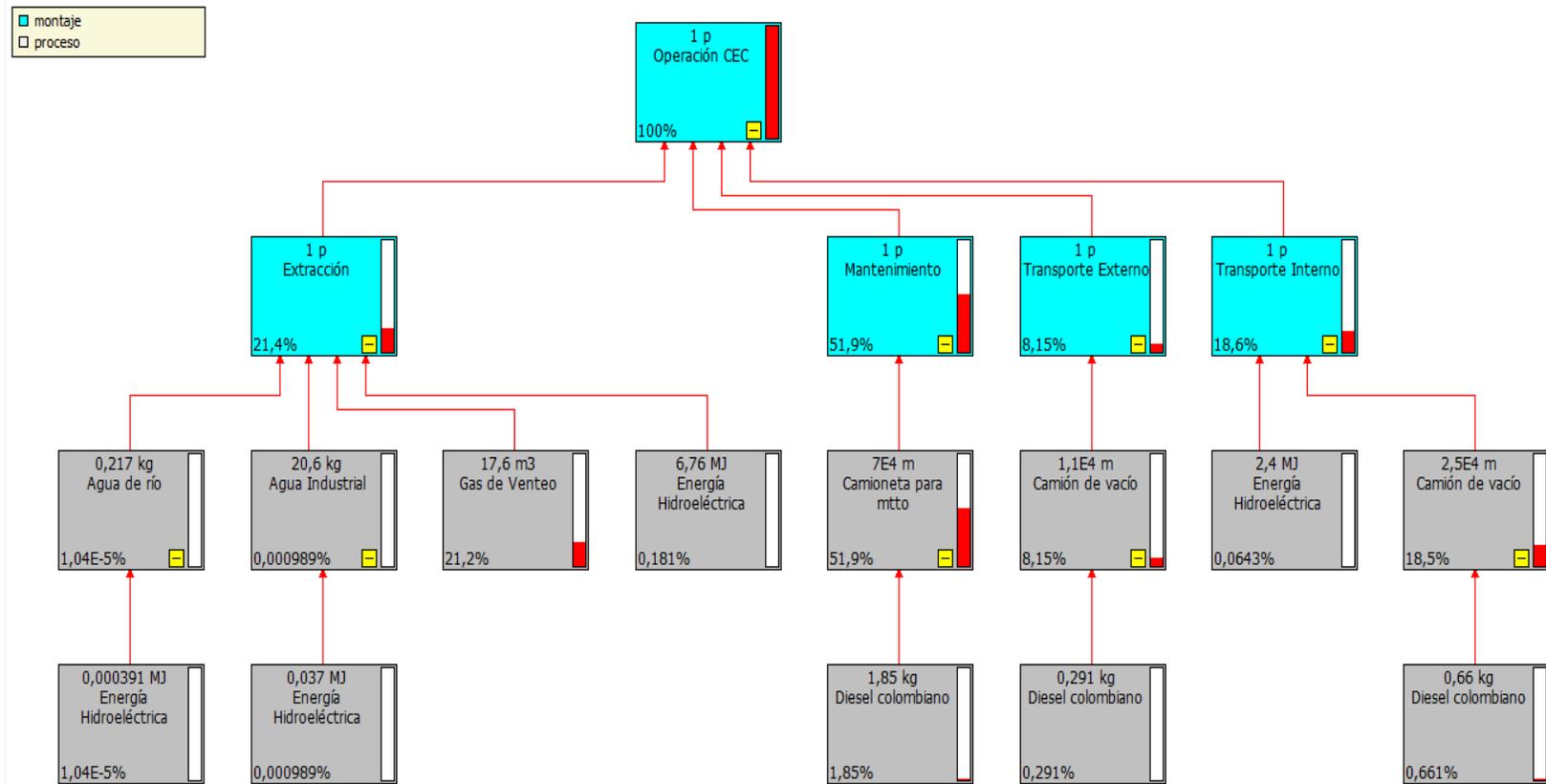


Figura 14. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 20ª

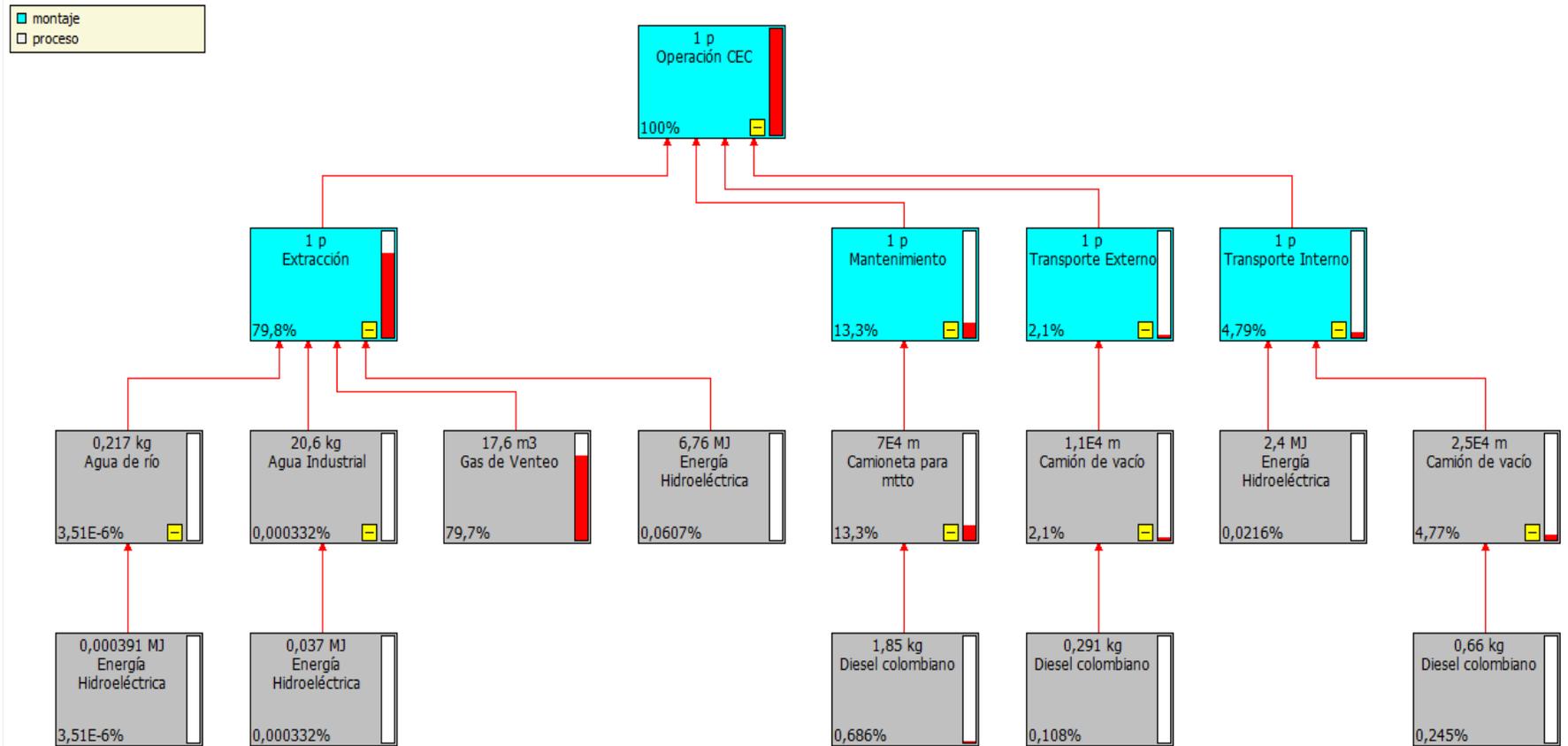


Figura 15. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 100^a

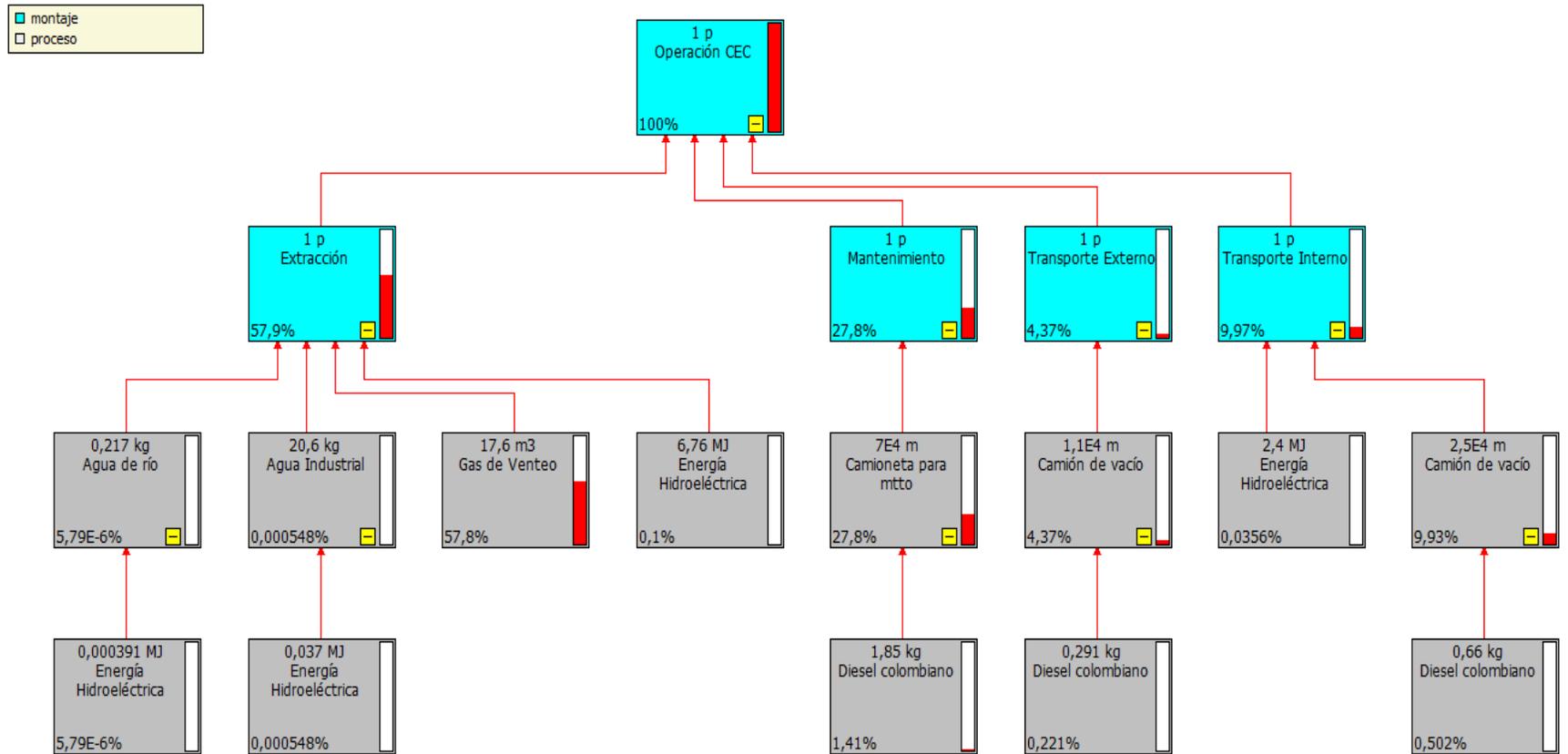
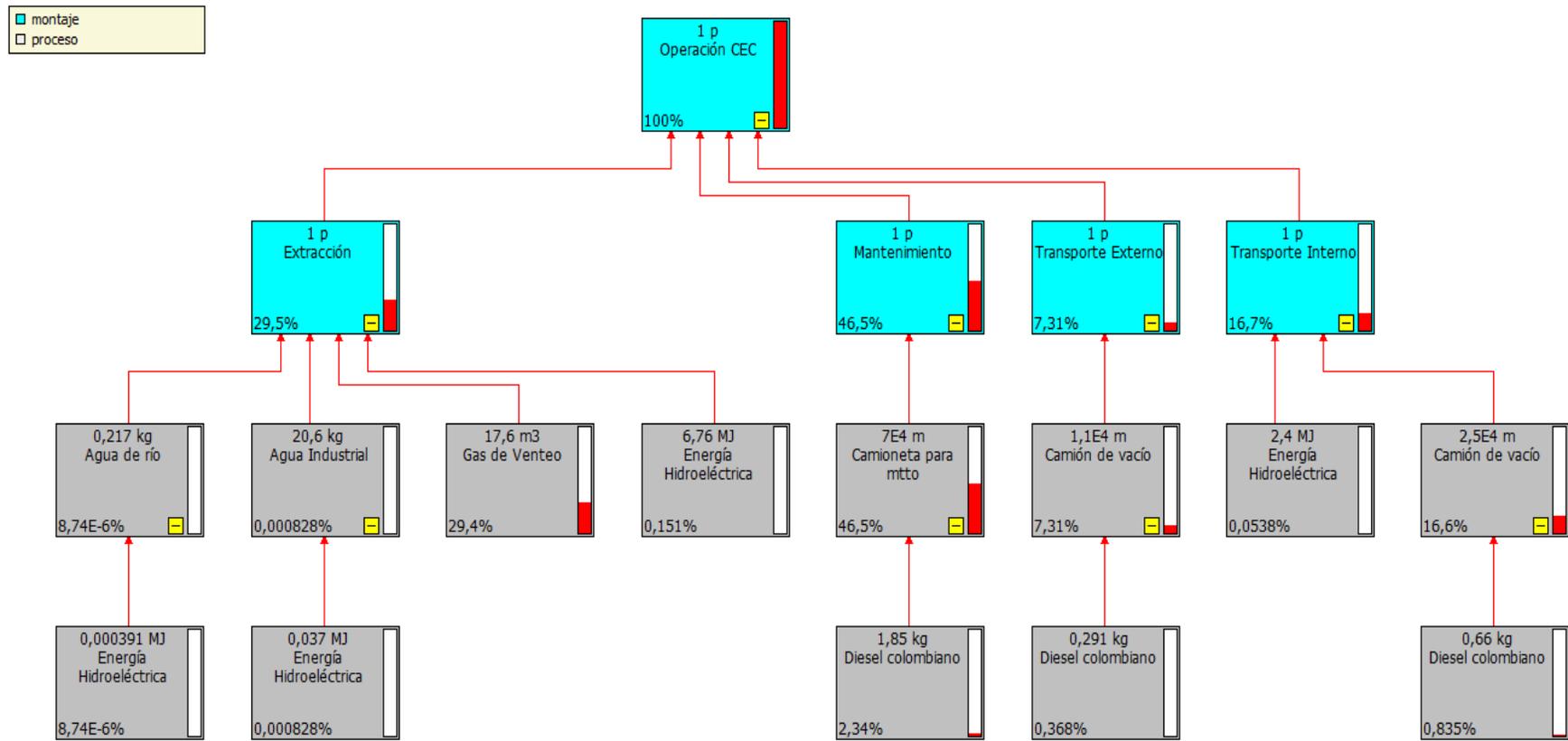


Figura 16. Árbol de procesos - Método IPCC 2007 GWP 500^a



4.3.4 Aplicación del método IMPACT 2002+ - ACV EXPLORATORIO

En la **Tabla 10** se pueden observar los resultados obtenidos con el software SimaPro 7.1, sobre el indicador único para las diferentes categorías de daño final, ver **Anexo C** y la relación de cada función tecnológica sobre cada categoría.

Tabla 10. Evaluación del impacto por categoría de daño final expresado en la unidad de referencia

CATEGORÍAS DE DAÑO	EXTRACCIÓN	MANTENIMIENTO	TRANSPORTE EXTERNO	TRANSPORTE INTERNO	TOTAL
Climate change (kg CO2 eq/UF*)	5,98E+01	1,02E+02	1,61E+01	3,66E+01	2,15E+02
Human health (DALY/UF)	3,90E-06	3,95E-05	6,21E-06	1,41E-05	6,38E-05
Ecosystem quality (PDF*m2*yr/UF)	4,06E-03	1,55E+00	2,43E-01	5,54E-01	2,35E+00
Resources (MJ primary/UF)	2,23E+00	0,00E+00	0,00E+00	7,87E-01	3,01E+00

*UF: Unidad Funcional - Fuente: Resultados de simulación ACV en el Software SimaPro 7.1.

En la **Tabla 11** se incluyen los resultados obtenidos de la tabla anterior modificados con los respectivos valores de conversión (ver **Tabla 12**), para llevar el dato a la unidad de estudio, puntuación única (Pt). En la tabla se aprecia que la mayor contribución ambiental corresponde al subproceso de mantenimiento (0,016 Pt) asociado al consumo de combustible (emisiones de CO₂, CO y NO_x), como se observa en el árbol de procesos.

Tabla 11. Evaluación del impacto por puntuación única

CATEGORÍAS DE DAÑO FINAL	EXTRACCIÓN	MANTENIMIENTO	TRANSPORTE EXTERNO	TRANSPORTE INTERNO	TOTAL (Pt/UF)
Climate change	6,03E-03	1,03E-02	1,62E-03	3,70E-03	2,17E-02
Human health	5,50E-04	5,57E-03	8,76E-04	1,99E-03	8,99E-03
Ecosystem quality	2,96E-07	1,13E-04	1,77E-05	4,04E-05	1,71E-04
Resources	1,46E-05	0,00E+00	0,00E+00	5,18E-06	1,98E-05
TOTAL	6,60E-03	1,60E-02	2,52E-03	5,74E-03	3,09E-02

Fuente: Software SimaPro 7.1

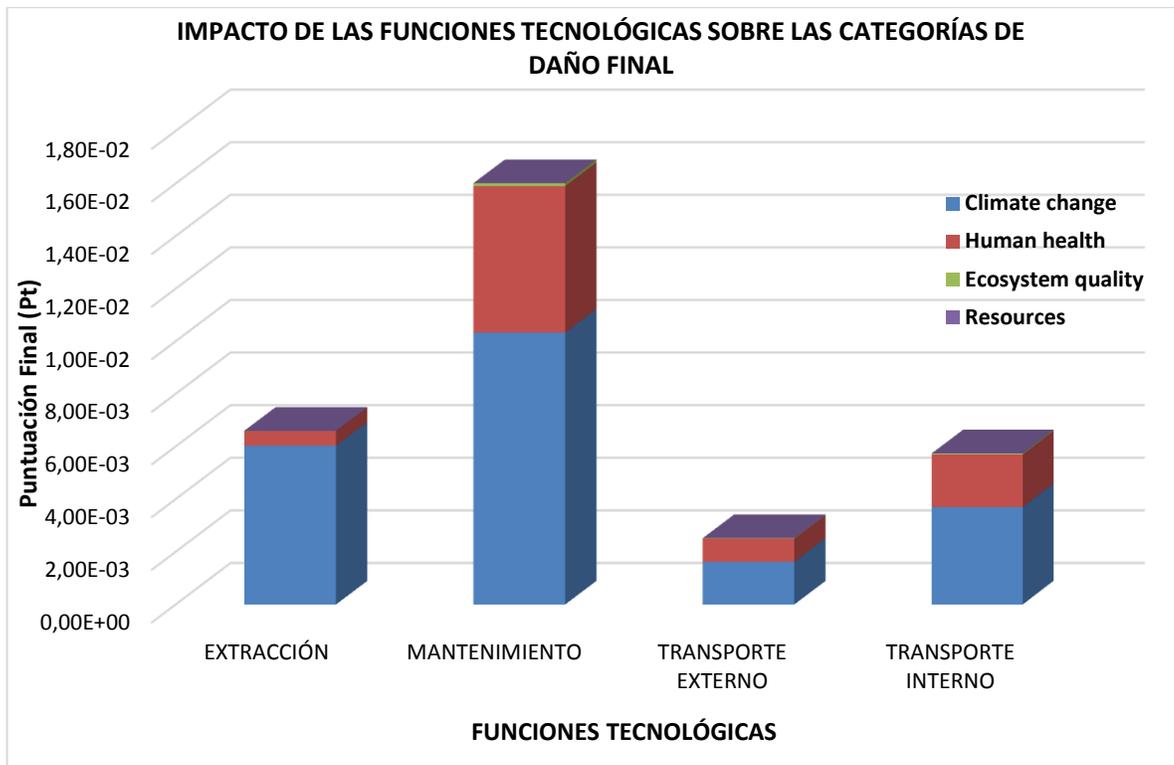
Tabla 12. Factores de Normalización para las cuatro categorías de punto final

CATEGORÍAS DE DAÑO FINAL	F.N.	UNIDAD
Climate change	9.950	kg CO2 eq
Human health	0.0068	DALY
Ecosystem quality	13.700	PDF*m2*yr
Resources	152.000	MJ

Fuente: User Guide IMPACT 2002+. Quantis, 2012.

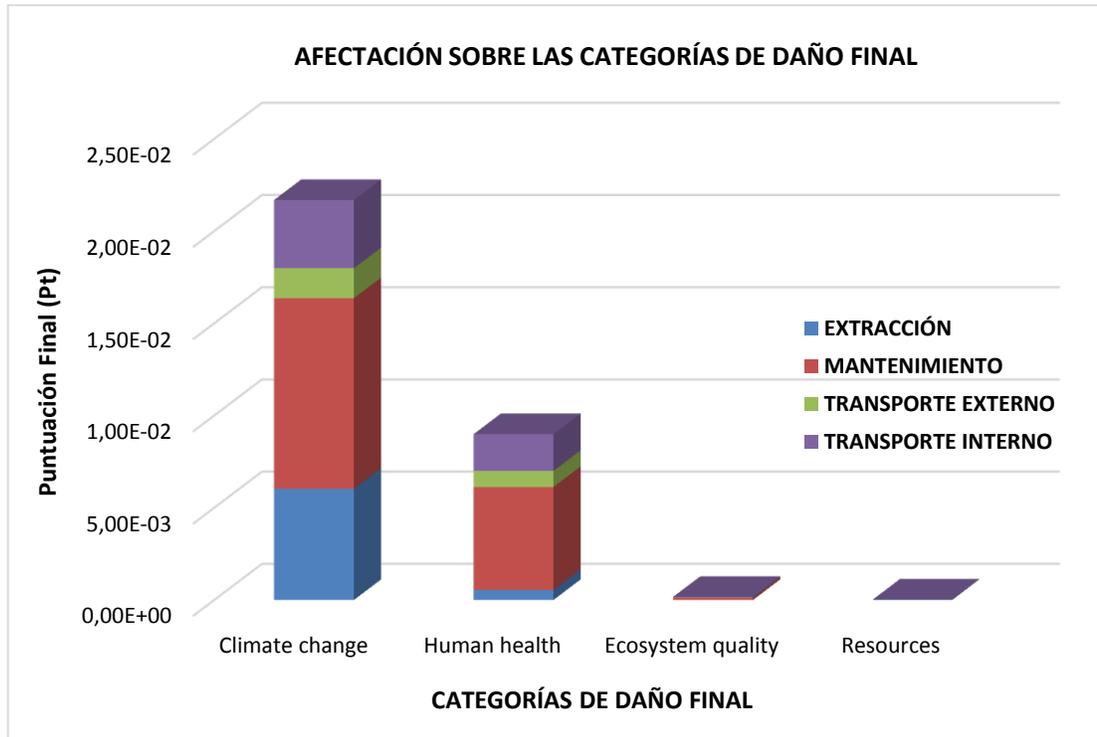
En la **Figura 17** se presenta la influencia de las funciones tecnológicas sobre las categorías de daño final. En la figura, se observa que el subproceso de mantenimiento, contribuye en 0,016 Pt al total del daño equivalente al 51,88% de la evaluación total. Este impacto se debe a que es la etapa que tiene el mayor consumo de servicios industriales (energía eléctrica) y materias primas (agua industrial, combustible, etc.). A esta etapa le sigue la función de extracción de crudo en 0,007 Pt (21,38% del impacto total), por causa del consumo de combustible, adición de agua y gasto energético en el bombeo mecánico de cada pozo. Finalmente, se encuentra la participación del sistema de transporte interno y del sistema de transporte externo, con una contribución de 0,006 Pt (18,59% de la evaluación total) y 0,003 Pt (8,15% de la contribución global) respectivamente.

Figura 17. Impacto de las funciones tecnológicas sobre las categorías de daño final



En la **Figura 18**, se presenta la afectación de las categorías de daño según la función tecnológica. En la figura se aprecia que la categoría con mayor afectación es el cambio climático (0,0217Pt), atribuido a la carga ambiental por los gases generados en la combustión del diésel y en la quema de gases de producción en la tea. La segunda categoría de importancia es la afectación en la salud humana (0,0090Pt), que se atribuye por la emisión de gases en las diferentes etapas del proceso, como se explicó en la categoría de cambio climático. Las categorías calidad del ecosistema y de recursos, presentan una afectación no tan significativa, pues sus valores son menores a 0,0002 Pt de la afectación global.

Figura 18. Afectación sobre las categorías de daño final



En el **Anexo C** se incluye el inventario obtenido por el Software SimaPro 7.1

4.3.5 Aplicación del método IPCC GWP - HUELLA DE CARBONO

- **Estimación de la huella de carbono con IPCC GWP 20, 100 y 500 a.**

En la **Tabla 13** se presentan las variaciones de las emisiones de CO₂, a lo largo del tiempo, según el método IPCC GWP, para las diferentes funciones tecnológicas. Para el caso de la evaluación a 20 años se obtuvo 766 kg de CO_{2 eq}, atribuido principalmente al subproceso de extracción con 611,24 kg de CO_{2 eq} (contribución del 80%), seguido de la etapa de mantenimiento con 102,23 kg de CO_{2 eq} (contribución del 13%), posterior el subproceso de transporte interno con

36,68 CO₂ eq (contribución del 5%) y finalmente la contribución del 2% (16,065 kg de CO₂ eq) para el subproceso transporte externo.

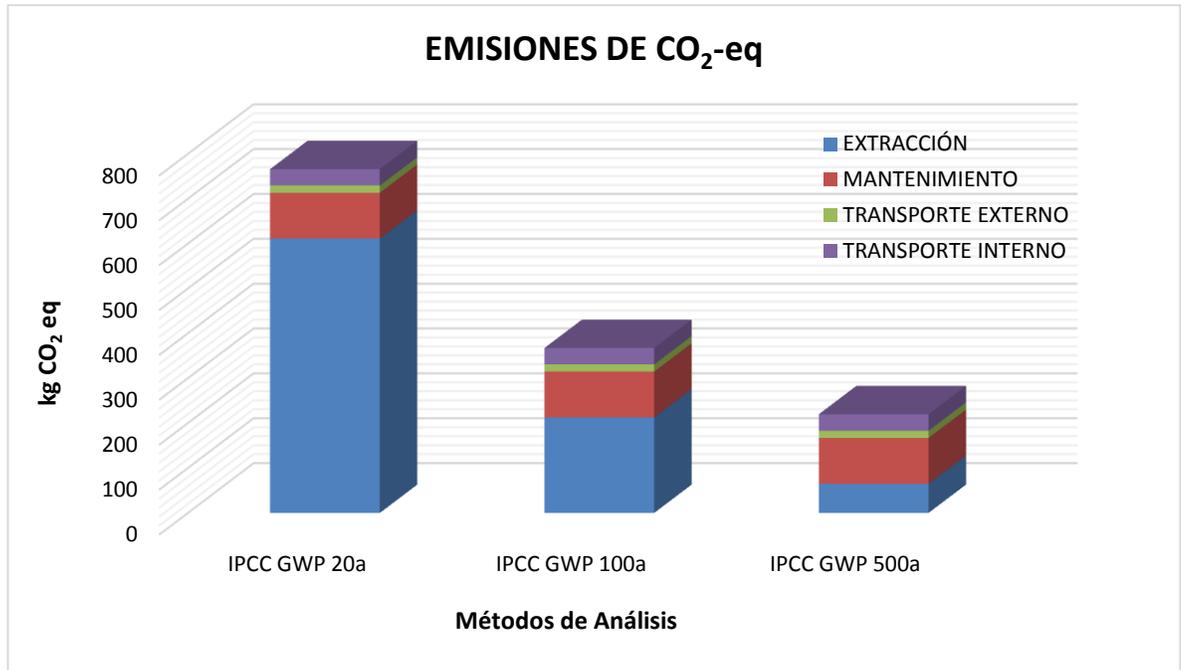
Tabla 13. Evaluación del impacto con el método IPCC GWP 20, 100 y 500 años

MÉTODO DE ANÁLISIS	UNIDAD	TOTAL	EXTRACCIÓN	MANTENIMIENTO	TRANSPORTE E EXTERNO	TRANSPORTE INTERNO
IPCC GWP 20a	kg CO ₂ eq/UF	766,214996	611,24048	102,23248	16,065104	36,676932
IPCC GWP 100a	kg CO ₂ eq/UF	367,262929	212,48249	102,12707	16,048539	36,60483
IPCC GWP 500a	kg CO ₂ eq/UF	219,565753	6,49E+01	1,02E+02	1,60E+01	3,66E+01

Fuente: Software SimaPro 7.

Respecto a la función tecnológica IPCC GWP a 100 años se determinó una contribución del 58% del total de la emisión de CO₂ eq atribuido principalmente al subproceso de extracción de crudo (212,48 kg de CO₂ eq), seguido del subproceso mantenimiento con 102,23 kg de CO₂ eq (contribución del 28%), posterior el subproceso de transporte interno con 36,60 CO₂ eq (contribución del 10%) y finalmente la contribución del 4% (16,048 kg de CO₂ eq) para el subproceso transporte externo. En la **Figura 19**, se ilustra e identifica el aporte de CO₂ eq de las funciones tecnológicas en los periodos evaluados a 20, 100 y 500 años.

Figura 19. Aporte CO_2_{eq} a través del tiempo, según las funciones tecnológicas



Por último se analiza la función tecnológica IPCC GWP a 500 años, el cual permitió establecer una contribución del 46% del total de la emisión de CO_2_{eq} atribuido principalmente al subproceso de mantenimiento (102,09 kg de CO_2_{eq}), seguido del subproceso de extracción de crudo con 64,86 kg de CO_2_{eq} (contribución del 30%), posterior el subproceso de transporte interno con 36,58 CO_2_{eq} (contribución del 17%) y finalmente la contribución del 7% (16,04 kg de CO_2_{eq}) para el subproceso transporte externo.

4.4 INTERPRETACIÓN DEL ESTUDIO ACV Y DE LA HUELLA DE CARBONO

Es notorio que las contribuciones de cada función tecnológica se ven fuertemente afectadas por el tiempo de permanencia en la atmósfera de los gases de efecto

invernadero y por el potencial de calentamiento global de cada uno de ellos, como se puede observar en la **Tabla 14**:

Tabla 14. Potencial de Calentamiento Global según el tiempo de permanencia en la atmósfera

Compuesto	Tiempo Permanencia (años)	GPW 20 años	GPW 100 años	GPW 500 años	GPW versión Software
CO ₂	20 -200	1	1	1	1
N ₂ O	114	289	298	153	156
CH ₄	12	72	25	7.6	7

Es por esto que, en las funciones donde hay mayor presencia de metano, cuando se hacen los cálculos con el método IPCC GWP en un periodo de 20 años, existe una mayor contribución en la huella de carbono. En cambio cuando se calcula para un periodo de 100 años la huella se afecta con la función que más aporte en emisiones de NO_x y finalmente en el panorama de 500 años son las emisiones de CO₂, las que prevalecen en la huella de carbono.

Por lo anterior, se puede decir que los procesos que mayor incidencia tienen sobre las emisiones de gases efecto invernadero son la extracción y el mantenimiento, por las emisiones de CH₄ y CO₂, respectivamente y sobre éstos es donde se podrían presentar alternativas para la reducción significativa del impacto sobre el medio ambiente.

Por otra parte, la evaluación del impacto ambiental potencial de la operación de sitios o empresas donde convergen funciones tecnológicas diversas, es un tema complejo, que no puede proceder por la aplicación directa de las metodologías establecidas para tal fin y de manera particular ACV. Requiriéndose por consiguiente, la aplicación de metodologías complementarias al ACV que

coadyuven en aspectos como la identificación de actividades prioritarias en la evaluación ambiental.

En este caso de estudio particular, un campo de entrenamiento y capacitación profesional para el sector del gas y petróleo, con la disponibilidad de todas las operaciones y responsabilidades operacionales a escala y situación real, se demostró la utilidad de la aplicación de métodos de análisis de causalidad y del análisis multicriterio, como etapas previas al estudio ACV focal en huella de carbono, en la resolución de la prioridad entre actividades y la selección de actividades operacionales a considerar en la etapa de evaluación ambiental, lo cual entre otros permite un estudio más compacto y fácil de interpretar en este nivel.

El uso de herramientas para el análisis de sistemas, como lo fue el diagrama causal y el análisis multicriterio fueron altamente compatibles con las metodologías empleadas para la evaluación del impacto ambiental, lo cual demostró que la interacción entre diversas disciplinas puede contribuir a la obtención de resultados confiables.

El empleo de una etapa ACV genérica y exploratoria, facilita la toma de decisiones, al momento de identificar etapas claves en el impacto ambiental potencial. Igualmente es importante al momento en que se quieran reducir estos impactos, especialmente la huella de carbono, ya que permite determinar directamente cuáles procesos y actividades son las que impactan en la generación de los gases efecto invernadero

La huella de carbono se vio modificada de acuerdo a los gases de efecto invernadero presentes en los diferentes procesos que se llevan a cabo en el campo y sus respectivas funciones tecnológicas y la valoración del indicador, el cual es sensible dependiente del escenario de tiempo en el que se consideran los

factores de emisión de los distintos gases, es decir si la evaluación se realiza a 20, 100 y 500 años.

5. CONCLUSIONES

En relación a las conclusiones que pueden extraerse del presente estudio, éstas han sido organizadas según las contribuciones realizadas en los siguientes aspectos: a) contribución o aporte que realiza en materia metodológica, b) contribución o aporte de la evaluación de impacto a la solución de las problemáticas ambientales del CEC.

Esta propuesta de organización de las conclusiones, se explica debido a las características particulares del Campo Escuela, que comprometieron a través del presente trabajo, la implementación de una metodología de impacto ambiental potencial, con una fuerte influencia del análisis de causalidad, que permitiera diferenciar las variables que afectan cada uno de sus procesos e involucrarlas en la estimación de la contribución del impacto ambiental, especialmente para la categoría de calentamiento global. Así, la construcción y aplicación misma de la metodología es uno de los resultados más valiosos del presente estudio.

5.1 APORTES METODOLÓGICOS

- El estudio se suma a un conjunto muy reducido de aplicaciones a nivel mundial, que prueban el concepto de preceder la aplicación del enfoque de ciclo de vida, con un análisis de causalidad, en situaciones donde el sistema objeto de estudio se caracteriza por la realización de varias funciones tecnológicas de naturaleza muy distinta como es el caso del CEC.
- El estudio muestra que es posible resolver la multifuncionalidad del sistema y así proceder con un análisis de ciclo de vida un tanto más simplificado, conservando las funciones estrictamente relacionadas con la producción de petróleo y gas, las cuales pueden ser evaluadas con base en un criterio, unidad funcional o función de producción, sin recurrir a un enfoque de ACV

consecuencial o sin recurrir al uso de reglas de exclusión por conveniencia metodológica.

- De esta forma se explica que luego de comparar entre los criterios priorizados, los requerimientos relativos a importancia en el proceso, disponibilidad del recurso e impacto por uso y por obtención, se determinó que entre las funciones tecnológicas, la de gestión administrativa podía ser excluida del estudio y fue suprimida de las siguientes fases del estudio, específicamente de la determinación de huella de carbono.
- En efecto, el estudio permite demostrar que precediendo la fase ACV del análisis con un estudio de causalidad y de análisis multicriterio, es posible justificar de forma analítica y cuantitativa la exclusión de las funciones de gestión administrativa del CEC. Si bien la aplicación del análisis multicriterio no elimina la subjetividad inmersa en la valoración, mejora el consenso de la calificación, basada en la valoración de las funciones, de las actividades y de los criterios de impacto ambiental asociados a ellas, por un panel de expertos (operadores más experimentados y antiguos del CEC), según una noción de prioridad inter-criterio y ajustándose a la praxis consensuada en la aplicación de este tipo de métodos.

5.2 APORTE A LA SOLUCIÓN DE LAS PROBLEMÁTICAS AMBIENTALES DEL CEC

De forma general los procesos de extracción y mantenimiento mostraron a través de las evaluaciones de ciclo de vida y de huella de carbono, que son los que deben ser intervenidos de forma prioritaria, en la aplicación de tecnologías y/o estrategias de reducción de emisiones de gases efecto invernadero. Esta observación se sustenta en las siguientes evidencias aportadas por el estudio:

- Una vez realizada la priorización de los criterios se logró establecer que el consumo de agua, el consumo de energía y el consumo de combustible tienen una participación de 22%, 30% y 20% respectivamente en el impacto ambiental potencial, para un total del 72% de importancia en el proceso de extracción de crudo y posterior cálculo de la huella de carbono.
- Mediante la aplicación de la metodología ACV utilizando el método IMPACT 2002+, se realizó la identificación y valoración de cuatro categorías de punto final, asociadas a la extracción de 1 barril de crudo del CEC, encontrándose la mayor afectación en la categoría de cambio climático en un 70% y en segundo lugar la categoría de salud humana con un 29%, las cuales están principalmente asociadas a las actividades de extracción y mantenimiento.
- En la determinación de la Huella de Carbono se concluye que la función tecnológica de mayor contribución ambiental para la estimación a 20 y 100 años es la extracción con un porcentaje del 80% y 58%, respectivamente, en cambio para el cálculo a 500 años es el mantenimiento quien tiene la mayor participación con un 46%; este comportamiento obedece al tiempo de permanencia de los gases de efecto invernadero en la atmósfera (CH₄, CO₂, NO_x).

6. RECOMENDACIONES

- Se recomienda en una siguiente fase, incluir progresivamente aspectos que limitaron el desarrollo del presente trabajo, para lograr una mejor aproximación en la determinación del impacto potencial del proyecto y avanzar en la evaluación de otros impactos que individualmente podrían realizar contribuciones relevantes para las categorías de impacto de punto final, aquí evaluadas por IMPACT 2002+.
- El mantenimiento es la función tecnológica que mayor contribución tiene en la estimación de la huella de carbono a 500 años, por la presencia de CO₂ y NO_x. Por consiguiente, se sugiere sustituir el uso de vehículos para la realización de la inyección de químicos en el mantenimiento de los pozos, por una alternativa *in situ* como lo es la instalación de bombas neumáticas dosificadoras.
- Teniendo en cuenta que el impacto generado por la extracción es debido a la alta concentración de metano en el gas de producción, se recomienda darle un uso apropiado en lugar de ventearlo, como por ejemplo, su destinación como fuente para la generación de energía del CEC y de esta manera contar con un sistema alternativo que permita reducir los costos en el consumo energético y a su vez disminuya el impacto sobre la huella de carbono.
- Finalmente el estudio diferenciado de la Huella de carbono en distintos horizontes de tiempo y el impacto acentuado que se manifiesta en el de 20 años, por efecto de la mayor contribución que el metano del gas natural realiza a la categoría de cambio climático, sugiere la posibilidad de establecer las bases para conceptualizar un instrumento económico que oriente la participación preferencial del CEC y en general del sector “extracción de

hidrocarburos”, en esquemas de negociación de bonos de carbono, por captura de emisiones de metano en el corto plazo.

BIBLIOGRAFÍA

ABHULIMEN, Kingsley. Optimal Life-Cycle model for ranking environmental performance of E&P programs. Environmental & Safety Conference. SPE. San Antonio, Texas. 2009

AMADO PACHÓN, Cristian Fabián (2012). Ingeniería conceptual para la aplicación del sistema gas lift en el Campo Escuela Colorado. Tesis de pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

ARGONNE NATIONAL LABORATORY. Life-Cycle Thinking for the oil and gas exploration and production industry. Environmental Science Division. 2007. Illinois. 160 p.

ASHOK, Chakraborty. Carbon management- The emerging paradigm for the oil industry. SPE Annual technical conference and exhibition . 2006. California, USA. 6 p.

BAHMANNIA, Gholamreza. Life Cycle Assessment in oil and gas industries as an effective sustainability development measure: Case study – Sarkhoon gas treating plant. World Petroleum Congress. 2008. Spain. 14 p.

BENAVIDES MURCIA, Jhon Jarver. JAIMES BELTRÁN, Yureynis Michelle (2014). Factibilidad Técnico-Financiera de los usos alternativos del agua de producción en Campo Escuela Colorado. Tesis Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

BADILLO GARCÍA, Scarleth. ROMERO JIMÉNEZ, Hilari Sarai (2012). Fortalecimiento de la cultura ambiental al área asociada al Campo Escuela

Colorado. Tesis Pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

CORREA PRIETO, Diana Carolina. PINEDA RINCÓN, Sandra Milena (2011). Documentación, implementación y evaluación de un sistema de gestión integral bajo los lineamientos de las normas ISO 9001:2008, ISO 14001:2004 y OHSAS 18001:2007 en el Campo Escuela Colorado. Tesis pregrado. Universidad Industrial de Santander. Bucaramanga, Colombia.

DONES, Roberto., et al. Life cycle inventories of energy systems: results of current systems in Switzerland and other UCTE Countries. Ecoinvent Centre. 2007. Dübendorf. 185 p.

ESCOBEDO, Azucena., et al. Energy consumption and GHG emission scenarios of a university campus in Mexico. Energy for Sustainable Development. 2014. Vol 18. p. 49-57

FORD, J.T., et al. Holistic Environmental Assessment of oil and Gas Field Development. International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. SPE. Kuala Lumpur. 2002

GARRAÍN, Daniel., et al. Asignación energética de los consumos de energía y emisiones de productos petrolíferos en refinería en el marco del ACV. XIV International Congress on Project Engineering. CIEMAT. Departamento de Energía. 2010. Madrid. 11 p.

GOEDKOOP, Mark., et al. SimaPro Database Manual V 2.2. Pré Consultants. 2008.

GOICOCHEA, A.; Hansen, D.R.; Duckstein, L. Multiobjective decision analysis with engineering and business applications. New York: J. Wiley & Sons; 1982

GUINÉE, JEROEN B., et al. Life Cycle Assessment: past, present and future. Environmental Science & Technology. 2011. Vol 45. p. 90-96.

IHOBE, Sociedad Pública Ambiental. Gobierno del país Vasco. Análisis de Ciclo de Vida y Huella de Carbono. 2009.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Análisis de ciclo de vida. Principios y marco de referencia. NTC-ISO 14040:2007. Bogotá: ICONTEC, 2007. 18 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Gestión ambiental. Requisitos y directrices. Requisitos del ciclo de vida. NTC-ISO 14044:2007. Bogotá: ICONTEC, 2007. 59 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Análisis de ciclo de vida. Vocabulario NTC 5459. Bogotá: ICONTEC, 2006. 21 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Sistema de Gestión ambiental. Huella de carbono. Requisitos. NTC 6000. Bogotá: ICONTEC, 2013. 35 p.

KEESOM, Bill., et al. EU pathway study: Life cycle assessment of crude oils in a European context. Alberta Petroleum Marketing Commission. 2012. Alberta, Canadá. 364 p.

LATTANZIO, Richard. Canadian oil sands: life-cycle assessments of Greenhouse gas emissions. Congressional research service. 2014. 32 p.

LECHÓN, Yolanda., et al. Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase I. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del etanol de cereales y de la gasolina. Ministerio de Medio Ambiente. 2005. Madrid. 141 p.

LECHÓN, Yolanda., et al. Análisis del ciclo de vida de combustibles alternativos para el transporte. Fase II. Análisis de Ciclo de Vida comparativo del biodiesel y del diésel. Ministerio de Medio Ambiente. 2006. Madrid. 141 p.

LECHTEMBÖHMER, S., et al. Repercusiones de la extracción de gas y petróleo de esquisto en el medio ambiente y la salud humana. Dirección General de Políticas Interiores. Parlamento Europeo. 2011. Bruselas. 95 p.

LILIEN, J.P., et al. Implementation of Life Cycle Assessment at Chevron: Lessons Learned and Good Practices. . International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. California. 2014

MAHBOOB, Mian. Minimizing Environmental Impacts (Footprints). SPE International Petroleum Exhibition & Conference. 2010. Abu Dhabi. 6p.

MACHARIS, C., Brans, J.P. and Mareschal, B. (1998). The GDSS PROMETHEE Procedure, Journal of Decision Systems, 7, 283-307.

OVIEDO-OCAÑA, E.R., et al. A qualitative model to evaluate biowaste composting management systems using causal diagrams: a case study in Colombia. Journal of cleaner production, 2016. p. 201-2011.

PETTERSEN, Johan., et al. A guide to better Wells: environmental life-cycle assessment of historical, current and future best practice in drilling. SPE Offshore Europe oil and gas conference and exhibition. 2013. Aberdeen. 9 p.

PERDICOÚLIS, Anastássios., et al. Causal networks in EIA. Environmental Impact Assessment Review, 2006. p. 553-569.

PERDICOÚLIS, Anastássios., et al. Network and system diagrams revisited: Satisfying CEA requirements for causality analysis. Environmental Impact Assessment Review, 2008. p. 455-468-569.

RAPCS-K, T. (2004) Multiattribute Decision Making, Lecture notes, Department of Decisions in Economics, Corvinus University, Budapest. (in Hungarian).

RESTIANTI, Yuda., et al. Life cycle assessment of gasoline in Indonesia. International Journal Of Life Cycle Assessment. 2012. Vol 17. p. 402-408

STERMAN, John D. Systems Thinking and Modeling for a Complex World. Massachusetts Institute of Technology. Mc Graw Hill; 2000.

SOVACOOOL, Benjamin.,et al. Twelve metropolitan carbón footprints: A preliminary comparative global assessment. Energy Policy. 2010. p. 4856-4869.

ULRICH, Pebal., et al. An ecological model for assessment of effect on the environment of deep drilling projects. SPE International conference on health, safety and environment in oil and gas exploration and production. 2002. Kuala Lumpur. 6 p.

VLASOPOULOS, N., et al Life cycle assessment of wastewater treatment technologies treating petroleum process water. Science of the total environment. 2006. p. 58-70.

ANEXOS

Anexo A. Relación de la Producción del Campo Escuela Colorado en el 2012

Tabla 15. Producción de enero

POZO	DIAS ACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12527,5	900,3111	290416,149	0	8282,4081	6137,4578	1423090,46	40,2	ACT
COLO0027	10058	184,2996	137555,452	27,0715	8627,202	0	459464	37,8	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,373	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	16,7764	324683,776	780,5071	276067,507	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6140	650,8583	37131,8583	88,4429	1639,5605	0	88724	37,8	ACT
COLO0025	2675,7916	130,8544	16911,6896	0	736,8983	0	32031	33,9	ACT
COLO0011	4065	64,2124	102059,212	106,4332	32861,4332	0	101806	40,3	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12289	463,4933	197265,676	0	3803,5274	0	589427,14	40,5	ACT
COLO0049	9870,22	280,6297	200538,38	374,4094	10254,3194	0	515864,1	39,7	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	14893,8032	88,2215	286074,334	360,3855	20146,5566	0	622681,991	37,5	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6086,51	178,0005	49495,4662	72,0771	2067,6215	0	99133,9314	39,7	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,687	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11285,63	911,2691	203948,225	0	7659,7995	0	457592,09	38,9	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,721	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13183,5	463,9935	221851,62	298,9391	9007,9206	0	1187982,08	42,9	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS

POZO	DIAS ACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11049	178,0884	120014,697	216,2313	4368,6921	0	860554,84	39,4	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13550,0422	317,0861	355285,862	744,3469	31473,6801	0	603745,06	36,6	ACT
COLO0039	10721	11,357	75121,687	47,4263	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10076	1887,1946	321384,614	22,8703	15673,7336	0	1550601,86	38,1	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	1,6017	36501,98	6,0453	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7474	262,0494	53502,6741	52,9615	3787,1097	0	725861	38,3	ACT
COLO0055	3787,6333	619,8007	119070,003	287,2408	10356,8706	0	760690,495	41,4	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,795	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9173,92	373,1612	185071,615	315,5121	20020,5612	0	628367,11	39,3	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	620	449,8386	13753,0849	0	756,5821	0	31524	45,3	ACT
COLO0031	245	238,4532	1788,1756	5,9696	320,1734	1614,5393	23712,0832	39	ACT
COLO0035	245	296,9901	2188,8865	72,0771	311,5874	0	0	38	ACT
COLO0040	245	583,2014	6178,9912	0	1516,4246	0	0	37,6	ACT
COLO0070	184	59,4176	322,6843	0	0	0	0	38,5	ACT
COLO0033	12202	396,6928	397145,21	0	6783	0	2143690	40	ACT
COLO0052	9633	160,5696	182277,818	992,8884	21078,0061	0	1481113	36,6	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5578,9767	2806,3008	160780,693	0	15716,9267	0	392591,575	44,3	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2839,0833	62,1826	24112,3009	4,9473	1177,3473	0	26386,2891	39	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 16. Producción de febrero

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12556,5	1572,9233	291989,0727	0	8282,4081	8375,4539	1431465,913	38,71	ACT
COLO0027	10087	234,2259	137789,6777	10,9609	8638,1629	0	459464	37,8	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6169	956,0352	38087,8935	26,0896	1665,6501	0	88724	38	ACT
COLO0025	2704,7916	159,5086	17071,1982	0	736,8983	0	32031	33,9	ACT
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	40,3	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12318	681,6899	197947,3655	0	3803,5274	0	589427,14	40,9	ACT
COLO0049	9899,22	902,3192	201440,6989	203,5341	10457,8535	0	515864,1	39,7	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	14922,8032	109,5569	286183,891	378,2712	20524,8278	0	622681,9912	37,7	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6115,51	226,9691	49722,4353	75,6543	2143,2758	0	99133,9314	39,7	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11314,63	1231,9894	205180,2143	0	7659,7995	0	457592,09	40	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13212,5	579,577	222431,197	429,9742	9437,8948	0	1187982,08	41,9	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11078	227,1965	120241,8936	226,9627	4595,6548	0	860554,84	39,4	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	197,2341	355483,0965	678,9187	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10105	783,4058	322168,0194	0	15673,7336	0	1550601,86	38,1	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7503	301,1781	53803,8522	8,6387	3795,7484	0	725861	38,3	ACT
COLO0055	3816,6333	794,5793	119864,5824	302,617	10659,4876	0	760690,4953	41,8	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9202,92	455,0853	185526,7001	317,9773	20338,5385	0	628367,11	39,3	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	649	532,1458	14285,2307	0	756,5821	0	31524	45,5	ACT
COLO0031	274	263,8718	2052,0474	27,3646	347,538	837,5454	24549,6286	39	ACT
COLO0035	274	378,8504	2567,7369	75,6543	387,2417	0	0	38	ACT
COLO0040	274	795,7594	6974,7506	0	1516,4246	0	0	37,6	ACT
COLO0070	184	0	322,6843	0	0	0	0	38,5	ACT
COLO0033	12231	454,6205	397599,8308	0	6783	0	2143690	37,6	ACT
COLO0052	9662	188,7235	182466,5415	1011,1114	22089,1175	0	1481113	36,6	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5607,9767	2680,216	163460,9088	0	15716,9267	0	392591,575	43,6	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2868,0833	94,0903	24206,3912	5,1699	1182,5172	0	26386,2891	39	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 17. Producción de marzo

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12587,5	1328,5498	293317,6225	0	8282,4081	10871,2244	1442337,138	39,3	ACT
COLO0027	10118	226,403	138016,0807	71,4968	8709,6597	0	459464	38,2	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6200	702,5641	38790,4576	131,1439	1796,794	0	88724	37	ACT
COLO0025	2735,7916	134,3104	17205,5086	0	736,8983	0	32031	33,9	ACT
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	36,4	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12349	788,6955	198736,061	0	3803,5274	0	589427,14	39,1	ACT
COLO0049	9930,22	790,7563	202231,4552	404,8052	10862,6587	0	515864,1	39,5	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	14953,8032	105,4616	286289,3526	370,9299	20895,7577	0	622681,9912	37,7	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6146,51	212,7511	49935,1864	74,186	2217,4618	0	99133,9314	40,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	31	661,0517	661,0517	1,0348	1,0348	0	0	38,8	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11345,63	821,1937	206001,408	0	7659,7995	0	457592,09	40,3	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13243,5	606,2101	223037,4071	336,7931	9774,6879	0	1187982,08	42,7	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11109	212,8818	120454,7754	222,5579	4818,2127	0	860554,84	40,1	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10136	493,2365	322661,2559	0	15673,7336	0	1550601,86	38,3	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7534	292,5843	54096,4365	93,8926	3889,641	0	725861	36,9	ACT
COLO0055	3847,6333	727,8009	120592,3833	296,7439	10956,2315	0	760690,4953	41,6	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9233,92	393,0054	185919,7055	345,5293	20684,0678	0	628367,11	39,4	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	680	630,5743	14915,805	0	756,5821	0	31524	45,4	ACT
COLO0031	305	227,9838	2280,0312	33,1351	380,6731	1087,1224	25636,751	40,5	ACT
COLO0035	305	328,0856	2895,8225	60,1987	447,4404	0	0	38,6	ACT
COLO0040	305	891,9539	7866,7045	0	1516,4246	0	0	38,1	ACT
COLO0070	184	0	322,6843	0	0	0	0	38,5	ACT
COLO0033	12262	638,7753	398238,6061	0	6783	0	2143690	38,5	ACT
COLO0052	9693	158,3763	182624,9178	877,0351	22966,1526	0	1481113	36,6	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5638,9767	2285,2981	165746,2069	0	15716,9267	0	392591,575	44,9	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2899,0833	71,3931	24277,7843	10,2152	1192,7324	0	26386,2891	39	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 18. Producción de abril

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12617,5	1177,4557	294495,0782	0	8282,4081	9680,0635	1452017,201	38,4	ACT
COLO0027	10148	193,1819	138209,2626	69,6437	8779,3034	0	459464	38,1	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6230	578,4291	39368,8867	98,6746	1895,4686	0	88724	37,5	ACT
COLO0025	2765,7916	115,7979	17321,3065	0	736,8983	0	32031	34,4	ACT
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	35,9	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12379	592,1705	199328,2315	0	3803,5274	0	589427,14	40	ACT
COLO0049	9960,22	787,1233	203018,5785	133,2818	10995,9405	0	515864,1	39,8	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	14983,8032	88,1518	286377,5044	286,1231	21181,8808	0	622681,9912	38,8	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6176,51	174,9174	50110,1038	57,2246	2274,6864	0	99133,9314	40,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	61	378,112	1039,1637	0	1,0348	0	0	37,6	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11375,63	938,6657	206940,0737	0	7659,7995	0	457592,09	40	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13273,5	559,2775	223596,6846	239,9049	10014,5928	0	1187982,08	42,5	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11139	177,6598	120632,4352	171,6739	4989,8866	0	860554,84	40	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10166	1255,1338	323916,3897	0	15673,7336	0	1550601,86	36,4	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7564	237,7426	54334,1791	23,6869	3913,3279	0	725861	38,5	ACT
COLO0055	3877,6333	619,5667	121211,95	228,8985	11185,13	0	760690,4953	41,7	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9263,92	352,1642	186271,8697	265,7964	20949,8642	0	628367,11	39,3	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	710	489,8449	15405,6499	0	756,5821	0	31524	44,5	ACT
COLO0031	335	196,4127	2476,4439	14,3135	394,9866	968,0063	26604,7573	40	ACT
COLO0035	335	0	2895,8225	0	447,4404	0	0	38,4	ACT
COLO0040	326	481,4386	8348,1431	0	1516,4246	0	0	38,4	ACT
COLO0070	190	12,0762	334,7605	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12292	717,8921	398956,4982	0	6783	0	2143690	38,6	ACT
COLO0052	9723	135,3933	182760,3111	665,93	23632,0826	0	1481113	39	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5668,9767	1993,6932	167739,9001	0	15716,9267	0	392591,575	44,7	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2929,0833	65,9947	24343,779	22,4106	1215,143	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 19. Producción de mayo

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12648,5	1017,1796	295512,2578	0	8282,4081	9827,3237	1461844,525	39,1	ACT
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	35,7	ACT
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0023	6261	689,3735	40058,2602	265,991	2161,4596	0	88724	38	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0024	7595	298,6495	54632,8286	138,4241	4051,752	0	725861	40	ACT
COLO0025	2796,7916	140,7709	17462,0774	0	736,8983	0	32031	37,3	ACT
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0027	10179	209,1884	138418,451	151,8087	8931,1121	0	459464	37,8	ACT
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0031	366	233,5788	2710,0227	72,7639	467,7505	982,7324	27587,4897	39,9	ACT
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0033	12323	462,2006	399418,6988	0	6783	0	2143690	38	ACT
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0035	366	0	2895,8225	0	447,4404	0	0	39	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0036	741	445,8171	15851,467	0	756,5821	0	31524	44,4	ACT
COLO0037	15014,8032	267,4366	286644,941	77,626	21259,5068	0	622681,9912	38,1	ACT
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0040	346	697,4799	9045,623	0	1516,4246	0	0	38,6	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0044	10197	1211,6644	325128,0541	0	15673,7336	0	1550601,86	37	ACT
COLO0045	12410	637,5731	199965,8046	0	3803,5274	0	589427,14	39,5	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0049	9991,22	930,8513	203949,4298	185,2701	11181,2106	0	515864,1	39,5	ACT
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0052	9754	321,7768	183082,0879	1571,7721	25203,8547	0	1481113	39	ACT
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0055	3897,6333	475,2153	121687,1653	62,1008	11247,2308	0	760690,4953	38,4	ACT
COLO0056	11170	237,1607	120869,5959	46,5756	5036,4622	0	860554,84	39,3	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0058	9294,92	514,4806	186786,3503	510,3274	21460,1916	0	628367,11	39,1	ACT
COLO0059	13304,5	619,9789	224216,6635	438,4143	10453,0071	0	1187982,08	41,3	ACT
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0067	5699,9767	2467,1376	170207,0377	0	15716,9267	0	392591,575	43,7	ACT
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0070	221	61,4815	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11406,63	870,561	207810,6347	0	7659,7995	0	457592,09	39,4	ACT
COLO0075	6207,51	237,9907	50348,0945	15,5252	2290,2116	0	99133,9314	40,2	ACT
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0076	2959,0833	11,1086	24354,8876	4,6033	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
MOJA0001	92	395,5656	1434,7293	0	1,0348	0	0	34,7	ACT

Tabla 20. Producción de junio

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12678,5	847,7808	296360,0386	0	8282,4081	7139,6292	1468984,154	38,2	ACT
COLO0027	10209	183,4693	138601,9203	58,2615	8989,3736	0	459464	37,9	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6291	658,1193	40716,3795	276,9834	2438,443	0	88724	38,5	ACT
COLO0025	2826,7916	113,6223	17575,6997	0	736,8983	0	32031	34,2	ACT
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	35,5	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12440	449,0927	200414,8973	0	3803,5274	0	589427,14	40,3	ACT
COLO0049	10021,22	927,3194	204876,7492	150,503	11331,7136	0	515864,1	39,5	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15044,8032	331,0445	286975,9855	0	21259,5068	0	622681,9912	39,1	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6237,51	269,3959	50617,4904	0	2290,2116	0	99133,9314	39,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	122	320,8183	1755,5476	0	1,0348	0	0	34,7	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11436,63	715,4076	208526,0423	0	7659,7995	0	457592,09	39,7	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13334,5	632,5872	224849,2507	403,7932	10856,8003	0	1187982,08	41,7	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11200	266,5178	121136,1137	0	5036,4622	0	860554,84	40,1	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10227	897,2834	326025,3375	0	15673,7336	0	1550601,86	38,9	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7625	178,306	54811,1346	0	4051,752	0	725861	39,4	ACT
COLO0055	3927,6333	831,4669	122518,6322	0	11247,2308	0	760690,4953	39,7	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9324,92	456,1356	187242,4859	354,6945	21814,8861	0	628367,11	38,9	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	771	440,7923	16292,2593	0	756,5821	0	31524	45,8	ACT
COLO0031	396	209,7368	2919,7595	54,8619	522,6124	713,9629	28301,4526	39,7	ACT
COLO0035	396	45,1305	2940,953	0	447,4404	0	0	38,6	ACT
COLO0040	376	808,4827	9854,1057	0	1516,4246	0	0	38,8	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12353	462,8723	399881,5711	0	6783	0	2143690	38,3	ACT
COLO0052	9784	538,1754	183620,2633	1484,159	26688,0137	0	1481113	37,8	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5729,9767	2213,9402	172420,9779	0	15716,9267	0	392591,575	43,6	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2959,0833	0	24354,8876	0	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 21. Producción de julio

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12709,5	856,0192	297216,0578	0	8282,4081	6027,2049	1475011,359	38,8	ACT
COLO0027	10240	208,5734	138810,4937	170,0882	9159,4618	0	459464	38,1	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6322	608,9007	41325,2802	510,6754	2949,1184	0	88724	38	ACT
COLO0025	2857,7916	116,708	17692,4077	0	736,8983	0	32031	34,4	ACT
COLO0011	4065	0	102059,2124	0	32861,4332	0	101806	34,8	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12471	654,8557	201069,753	0	3803,5274	0	589427,14	39,5	ACT
COLO0049	10052,22	872,4148	205749,164	191,5191	11523,2327	0	515864,1	39,7	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15075,8032	315,8581	287291,8436	0	21259,5068	0	622681,9912	38,1	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6268,51	258,5587	50876,0491	0	2290,2116	0	99133,9314	39,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	132	84,747	1840,2946	0	1,0348	0	0	34,7	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11467,63	717,894	209243,9363	0	7659,7995	0	457592,09	39,4	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13365,5	553,0259	225402,2766	652,3866	11509,1869	0	1187982,08	41,9	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11231	229,7298	121365,8435	0	5036,4622	0	860554,84	39,7	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10258	1241,4868	327266,8243	0	15673,7336	0	1550601,86	36,9	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7656	231,369	55042,5036	123,052	4174,804	0	725861	39	ACT
COLO0055	3958,6333	775,1894	123293,8216	0	11247,2308	0	760690,4953	37,8	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9355,92	407,4208	187649,9067	487,5824	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	802	628,7112	16920,9705	0	756,5821	0	31524	45,05	ACT
COLO0031	427	221,4976	3141,2571	145,191	667,8034	578,059	28879,5116	39,8	ACT
COLO0035	427	57,1352	2998,0882	0	447,4404	0	0	38,6	ACT
COLO0040	407	653,5596	10507,6653	0	1516,4246	0	0	38,3	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12384	459,6599	400341,231	0	6783	0	2143690	38,2	ACT
COLO0052	9815	481,801	184102,0643	2443,8321	29131,8458	0	1481113	38,1	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5760,9767	2018,2373	174439,2152	0	15716,9267	0	392591,575	44,4	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2959,0833	0	24354,8876	0	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 22. Producción de agosto

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12740,5	802,1633	298018,2211	0	8282,4081	4523,0746	1479534,434	38,8	ACT
COLO0027	10271	205,2492	139015,7429	179,9117	9339,3735	0	459464	38,1	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6353	554,1084	41879,3886	358,9849	3308,1033	0	88724	38	ACT
COLO0025	2888,7916	102,7271	17795,1348	25,9385	762,8368	0	32031	34,4	ACT
COLO0011	4096	34,5284	102093,7408	56,4126	32917,8458	0	101806	34,8	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12502	630,3095	201700,0625	0	3803,5274	0	589427,14	39,5	ACT
COLO0049	10083,22	809,7637	206558,9277	309,8579	11833,0906	0	515864,1	39,7	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15106,8032	297,8356	287589,6792	0	21259,5068	0	622681,9912	38,1	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6299,51	243,5901	51119,6392	0	2290,2116	0	99133,9314	39,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	163	243,9921	2084,2867	8,633	9,6678	0	0	34,7	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11498,63	676,6571	209920,5934	0	7659,7995	0	457592,09	39,4	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13396,5	509,6364	225911,913	773,4535	12282,6404	0	1187982,08	41,9	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11262	216,6077	121582,4512	0	5036,4622	0	860554,84	39,7	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10289	1172,3085	328439,1328	0	15673,7336	0	1550601,86	36,9	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7687	180,6929	55223,1965	14,4193	4189,2233	0	725861	39	ACT
COLO0055	3989,6333	731,1556	124024,9772	0	11247,2308	0	760690,4953	37,8	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9355,92	0	187649,9067	0	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	833	619,0879	17540,0584	0	756,5821	0	31524	45,05	ACT
COLO0031	458	217,9668	3359,2239	62,5072	730,3106	2993,4825	31872,9941	39,8	ACT
COLO0035	458	26,9749	3025,0631	0	447,4404	0	0	38,6	ACT
COLO0040	438	629,1071	11136,7724	0	1516,4246	0	0	38,3	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12415	427,3944	400768,6254	0	6783	0	2143690	38,2	ACT
COLO0052	9846	449,9186	184551,9829	2386,6137	31518,4595	0	1481113	38,1	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5791,9767	1768,6387	176207,8539	0	15716,9267	0	392591,575	44,4	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2959,0833	0	24354,8876	0	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 23. Producción de septiembre

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12770,5	681,8969	298700,118	661,1288	8943,5369	3775,0215	1483309,455	38,1	ACT
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0011	4126	26,8768	102120,6176	6,175	32924,0208	0	101806	35,4	ACT
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		TEA
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0023	6383	447,1809	42326,5695	102,5499	3410,6532	0	88724	36,6	ACT
COLO0024	7717	150,6636	55373,8601	22,9313	4212,1546	0	725861	39,6	ACT
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0025	2918,7916	89,0597	17884,1945	3,4321	766,2689	0	32031	38,7	ACT
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0027	10301	198,144	139213,8869	8,5719	9347,9454	0	459464	37,5	ACT
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0031	488	204,9441	3564,168	55,7095	786,0201	3775,0215	35648,0156	39,5	ACT
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0033	12445	512,9576	401281,583	10,801	6793,801	0	2143690	38,1	ACT
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0035	488	70,8669	3095,93	2,3459	449,7863	0	0	38,6	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0036	863	640,9572	18181,0156	519,5746	1276,1567	0	31524	38,5	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0037	15136,8032	306,6764	287896,3556	11,7154	21271,2222	0	622681,9912	39,4	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0040	468	778,988	11915,7604	257,9844	1774,409	0	0	38,1	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0044	10319	807,7711	329246,9039	34,6014	15708,335	0	1550601,86	39	ACT
COLO0045	12532	591,1868	202291,2493	214,082	4017,6094	0	589427,14	40,8	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0049	10113,22	724,4394	207283,3671	56,252	11889,3426	0	515864,1	39,4	ACT
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0052	9876	434,3702	184986,3531	432,3615	31950,821	0	1481113	38,1	ACT
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0055	4019,6333	728,187	124753,1642	74,2282	11321,459	0	760690,4953	38,5	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0056	11292	236,9815	121819,4327	9,3098	5045,772	0	860554,84	39,7	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0058	9355,92	0	187649,9067	0	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13426,5	424,9506	226336,8636	700,1017	12982,7421	0	1187982,08	41,4	ACT
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0067	5821,9767	1560,5687	177768,4226	31,9968	15748,9235	0	392591,575	38,2	ACT
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11528,63	667,118	210587,7114	22,2867	7682,0862	0	457592,09	43,5	ACT
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0075	6329,51	260,0516	51379,6908	16,5915	2306,8031	0	99133,9314	39,5	ACT
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0076	2959,0833	0	24354,8876	0	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
MOJA0001	193	209,7935	2294,0802	8,475	18,1428	0	0	35,9	ACT

Tabla 24. Producción de octubre

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12801,5	560,3174	299260,4354	1682,5236	10626,0605	2639,6383	1485949,093	38,1	ACT
COLO0027	10332	166,0607	139379,9476	10,6385	9358,5839	167,5068	459631,5068	37,5	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6414	426,8584	42753,4279	56,297	3466,9502	167,5068	88891,5068	36,6	ACT
COLO0025	2949,7916	82,6556	17966,8501	5,3775	771,6464	167,5068	32198,5068	38,7	ACT
COLO0011	4157	36,0627	102156,6803	4,8058	32928,8266	167,5068	101973,5068	35,4	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12563	820,1643	203111,4136	303,33	4320,9394	167,5068	589594,6468	39,6	ACT
COLO0049	10144,22	630,2049	207913,572	41,3311	11930,6737	167,5068	516031,6068	39,4	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15167,8032	324,665	288221,0206	21,5074	21292,7296	0	622681,9912	39,4	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6360,51	281,2825	51660,9733	31,9766	2338,7797	0	99133,9314	38,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	224	177,8711	2471,9513	11,6633	29,8061	167,5068	167,5068	35,9	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11559,63	608,4423	211196,1537	80,6529	7762,7391	0	457592,09	39,9	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13457,5	408,6436	226745,5072	467,6291	13450,3712	167,5068	1188149,587	41,8	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11323	259,6454	122079,0781	29,5168	5075,2888	0	860554,84	40,1	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10350	794,6551	330041,559	105,4019	15813,7369	0	1550601,86	39	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		SUS
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7748	108,6773	55482,5374	7,5165	4219,6711	167,5068	726028,5068	39,6	ACT
COLO0055	4050,6333	756,9197	125510,0839	128,9225	11450,3815	0	760690,4953	38,5	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9355,92	0	187649,9067	0	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	894	598,0511	18779,0667	672,4869	1948,6436	0	31524	44,4	ACT
COLO0031	519	184,299	3748,467	12,2637	798,2838	2639,6383	38287,6539	39,5	ACT
COLO0035	519	135,232	3231,162	15,3733	465,1596	0	0	38,7	ACT
COLO0040	499	595,2038	12510,9642	235,7088	2010,1178	0	0	38,6	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12476	451,8696	401733,4526	54,322	6848,123	167,5068	2143857,507	38,1	ACT
COLO0052	9907	569,512	185555,8651	37,594	31988,415	167,5068	1481280,507	38,1	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5852,9767	1514,0146	179282,4372	314,3861	16063,3096	149,4186	392740,9936	42,8	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2959,0833	0	24354,8876	0	1219,7463	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 25. Producción de noviembre

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12813,5	208,0377	299468,4731	573,2376	11199,2981	194,2794	1486143,373	38,1	ACT
COLO0027	10362	185,5037	139565,4513	43,0809	9401,6648	531,951	460163,4578	38	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6444	402,6303	43156,0582	47,0477	3513,9979	531,951	89423,4578	37,5	ACT
COLO0025	2979,7916	77,9403	18044,7904	8,5608	780,2072	531,951	32730,4578	38,7	ACT
COLO0011	4187	32,8377	102189,518	22,409	32951,2356	531,951	102505,4578	35,7	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12593	559,0833	203670,4969	73,8902	4394,8296	531,951	590126,5978	39,6	ACT
COLO0049	10174,22	571,3229	208484,8949	62,579	11993,2527	531,951	516563,5578	39,4	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15197,8032	262,5838	288483,6044	28,6533	21321,3829	0	622681,9912	38,3	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6390,51	168,8742	51829,8475	58,2263	2397,006	0	99133,9314	38,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	254	184,5152	2656,4665	18,6782	48,4843	531,951	699,4578	35,9	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11589,63	484,9025	211681,0562	57,292	7820,0311	0	457592,09	39	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13487,5	395,312	227140,8192	558,3297	14008,7009	531,951	1188681,538	41,8	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11353	284,4048	122363,4829	40,2787	5115,5675	0	860554,84	40,1	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10380	514,3618	330555,9208	105,6789	15919,4158	0	1550601,86	39	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		SUS
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7778	108,4814	55591,0188	25,0673	4244,7384	531,951	726560,4578	39	ACT
COLO0055	4080,6333	655,9435	126166,0274	193,5823	11643,9638	0	760690,4953	38,5	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9355,92	0	187649,9067	0	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	924	508,5521	19287,6188	193,8296	2142,4732	0	31524	45,3	ACT
COLO0031	549	190,2211	3938,6881	20,5773	818,8611	531,951	38819,6049	39,5	ACT
COLO0035	549	131,2262	3362,3882	28,6533	493,8129	0	0	38,7	ACT
COLO0040	529	559,901	13070,8652	193,4571	2203,5749	0	0	38,1	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12506	327,1667	402060,6193	68,0207	6916,1437	531,951	2144389,458	38,1	ACT
COLO0052	9937	560,96	186116,8251	116,917	32105,332	531,951	1481812,458	38,7	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5882,9767	1455,3064	180737,7436	355,6259	16418,9355	531,951	393272,9446	42,9	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	2982,0833	52,6985	24407,5861	297,3054	1517,0517	0	26386,2891	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Tabla 26. Producción de diciembre

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0001	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0002	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0003	12813,5	0	299468,4731	0	11199,2981	0	1486143,373	38,1	ACT
COLO0027	10393	246,9607	139812,412	42,0213	9443,6861	373,6331	460537,0909	38	ACT
COLO0041	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0060	10	0	680	0	15	0	3915		SUS
COLO0061	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0064	1926	0	16753	0	394	0	28206	40,3	ACT
COLO0070	8920,2149	0	45557,3149	0	3210,4884	0	170047,3729	29	SUS
COLO0004	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0005	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0006	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0007	3022	0	4333	0	0	0	558400		SUS
COLO0008	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0029	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0014	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0015	8	0	227	0	490	0	2119		ABA
COLO0019	1879	0	102303	0	3321	0	391948		SUS
COLO0021	5691	0	324683,7764	0	276067,5071	0	478691	40,3	ACT
COLO0023	6475	469,5371	43625,5953	120,5685	3634,5664	373,6331	89797,0909	37,5	ACT
COLO0025	3010,7916	102,4125	18147,2029	13,8811	794,0883	373,6331	33104,0909	38,7	ACT
COLO0011	4218	40,4708	102229,9888	18,2819	32969,5175	373,6331	102879,0909	35,7	ACT
COLO0055	9683	0	205053,59	0	4377,8	0	550621,01		SUS
COLO0045	12624	543,1035	204213,6004	58,8799	4453,7095	373,6331	590500,2309	39,6	ACT
COLO0049	10205,22	695,9985	209180,8934	74,5257	12067,7784	373,6331	516937,1909	39,4	ACT
COLO0035	11272,29	0	129776,65	0	4426,3	0	1258846,39	37,1	SUS
COLO0037	15228,8032	325,7725	288809,3769	48,7339	21370,1168	288,665	622970,6562	38,3	ACT
COLO0040	9282	0	276286	0	17991	0	1561142		SUS
COLO0043	9968	0	317385	0	25447	0	750509		SUS
COLO0030	8637	0	70420	0	14278	0	233863		SUS
COLO0032	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0066	8574	0	210461	0	27000	0	405320		SUS
COLO0068	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0071	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0075	6421,51	144,813	51974,6605	270,507	2667,513	373,6331	99507,5645	38,5	ACT
COLO0077	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0051	10067	0	130244	0	7342	0	983785		SUS
COLO0053	10132	0	128806	0	4383	0	2620843		SUS
MOJA0001	285	189,1688	2845,6353	34,1376	82,6219	373,6331	1073,0909	35,9	ACT
COLO0046	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0069	8656,9167	0	82497,4392	0	7894,4628	0	176295,6866	40,3	SUS
COLO0072	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0074	11620,63	432,4387	212113,4949	36,8021	7856,8332	64,5497	457656,6397	39	ACT
COLO0076	7126,09	0	45405,8592	0	729,2783	0	476758,7209	37,1	SUS
COLO0058	1897	0	45651	0	3246	0	329068		SUS
COLO0059	13518,5	486,2036	227627,0228	85,538	14094,2389	373,6331	1189055,171	41,8	ACT
COLO0062	7930	0	227908	0	38383	0	359781		SUS
COLO0063	8036	0	240900	0	77588	0	479463		SUS

POZO	DIASACUM	PETROLEO MENSUAL	PETROLEO ACUM	AGUA MENSUAL	AGUA ACUM	GAS MENSUAL	GAS ACUM	API	ESTADO POZO
COLO0067	6317	0	217434	0	3675	0	566941	37,1	SUS
COLO0047	0	0	0	0	0	0	0		ABA
COLO0048	24	0	76	0	1209	0	0		ABA
COLO0054	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0056	11384	255,532	122619,0149	21,7467	5137,3142	64,5497	860619,3897	40,1	ACT
COLO0057	84	0	1357	0	145	0	2711		SUS
COLO0020	6672	0	241508	0	7937	0	709734		ABA
COLO0022	77	0	4	0	2830	0	0		SUS
COLO0024	40	0	134	0	4066	0	803		SUS
COLO0026	0	0	0	0	0	0	0		SUS
COLO0028	8642	0	67865	0	3083	0	1301499		SUS
COLO0031	13256,88	0	164726,58	0	4271,72	0	468149	38,5	SUS
COLO0034	8739	0	86442,7492	0	6649,2497	0	247566	40,3	ACT
COLO0036	15097,3883	0	272621,967	0	6492,9064	0	1369249,76	33,7	SUS
COLO0038	13567,0422	0	355483,0965	0	32152,5988	0	603745,0602	36,6	ACT
COLO0039	10721	0	75121,687	0	4105,7463	0	229045,92	40,3	ACT
COLO0042	507	0	5655	0	76	0	4143		SUS
COLO0044	10411	90,663	330646,5838	14,7158	15934,1316	373,6331	1550975,493	39	ACT
COLO0010	6097	0	175621	0	5182	0	465394		SUS
COLO0012	3353	0	55214	0	5997	0	330237		SUS
COLO0013	138	0	2572	0	11246	0	9666		SUS
COLO0016	2471	0	22678	0	915	0	42277	40,3	ACT
COLO0016	1734	0	16797	0	256	0	33521		SUS
COLO0019	9748	0	285759	0	26660	0	904290		SUS
COLO0042	5080	0	36501,98	0	6097,2262	0	60961	40,3	ACT
COLO0057	698	0	3895	0	309	0	23805	40,3	SUS
COLO0060	8136	0	67473	0	3657	0	496776		SUS
COLO0075	7588	0	56348	0	1725	0	328442		SUS
COLO0021	42	0	1430	0	4	0	4304		SUS
COLO0024	7809	156,9827	55748,0015	39,9401	4284,6785	373,6331	726934,0909	39	ACT
COLO0055	4111,6333	589,0992	126755,1266	150,554	11794,5178	64,5497	760755,045	38,5	ACT
COLO0012	9685,4633	0	82490,8671	0	1570,9963	0	178715,7952	40,3	SUS
COLO0076	175	0	2074	0	60	0	23474		SUS
COLO0058	9355,92	0	187649,9067	0	22302,4685	0	628367,11	38,2	ACT
COLO0023	4555	0	173066	0	16514	0	188730		SUS
COLO0036	955	624,3428	19911,9616	106,1868	2248,66	288,665	31812,665	45,3	ACT
COLO0031	580	216,6897	4155,3778	30,7404	849,6015	373,6331	39193,238	39,5	ACT
COLO0035	580	162,9396	3525,3278	16,5348	510,3477	44,0529	44,0529	38,7	ACT
COLO0040	560	569,0347	13639,8999	97,8232	2301,3981	244,3294	244,3294	38,1	ACT
COLO0070	221	0	396,242	0	0	0	0	38,3	ACT
COLO0033	12537	386,2976	402446,9169	59,0768	6975,2205	373,6331	2144763,091	38,1	ACT
COLO0052	9968	571,1721	186687,9972	55,714	32161,046	373,6331	1482186,091	38,7	ACT
COLO0065	7973	0	78497	0	20233	0	238322		SUS
COLO0018	1450	0	25658	0	135420	0	64316		SUS
COLO0067	5913,9767	539,9238	181277,6674	85,752	16504,6875	373,6331	393646,5777	42,9	ACT
COLO0038	4044	0	185397	0	16100	0	298068		SUS
COLO0076	3013,0833	64,1932	24471,7793	8,5513	1525,603	373,6331	26759,9222	28,5	ACT
COLO0009	3195	0	57652	0	23626	0	136599		SUS
COLO0050	6695	0	61811	0	1843	0	593829		SUS

Anexo B. Caracterización del gas de venteo producido en el CEC

	ANÁLISIS DE MUESTRA DE GAS NATURAL C12+		
	SERVICIOS DE LABORATORIO Y PLANTAS PILOTO LABORATORIO DE CROMATOGRAFÍA		
	UST-UST-F-002	Elaborado 31/10/2011	Versión 3



1. INFORMACIÓN GENERAL	
Consecutivo informe –UST y/o /SCCPL/submission	10000048 ID0112 T67 12 0023-1 Submission 100117899
Responsable de Laboratorio	MARIBEL CASTAÑEDA R.
Fecha de Recepción muestras	29/02/2012
Fecha/rango de fechas de Ejecución de análisis	Febrero 29 a Marzo 2 de 2012
Fecha generación del Informe	Marzo 2 de 2012

2. INFORMACIÓN DEL CLIENTE	
Cliente	<input type="radio"/> Interno ICP <input checked="" type="radio"/> Distrito ECP <input type="radio"/> Tercero
Nombre del Proyecto/Servicio	UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER
Nombre del Contacto	Ing. Carlos Julio Monsalve M.
Dirección	Carrera. 27 Calle 9 Bucaramanga
Teléfono	6 342247 / 3208013073
Correo Electrónico	camposcuela1@uis.edu.co

3. CERTIFICACION Y ACREDITACION

El Instituto Colombiano del Petróleo ICP-Ecopetrol S.A., se encuentra certificado por el ICONTEC conforme a las normas NTC-ISO 9001:2008 y NTC-GP 1000:2009, mediante los Certificados SC 5410-1 y GP-044-1 del 5 de Julio de 2011, donde se renueva la certificación que aplica entre otras, a las actividades desarrolladas en los laboratorios de ensayo.

Laboratorio Cromatografía acreditado por ONAC con acreditación código 09-LAB-003 del 16 de Febrero de 2010.

Cualquier desviación de los procedimientos estándares será descrita en el informe anexo.

Los datos aquí reportados corresponden únicamente a la(s) muestra(s) analizada(s) y no pueden ser reproducidos en forma parcial. En caso de queja o reclamo favor dirigirse en comunicación escrita a quien firma el informe y establecer comunicación con nuestro Contact Center Corporativo a la línea gratuita 01 8000 918418 o Ext. 45000 o Email: quejasysoluciones@ecopetrol.com.co / atencion.clientes.icp@ecopetrol.com.co

	ANÁLISIS DE MUESTRA DE GAS NATURAL C12+	
	SERVICIOS DE LABORATORIO Y PLANTAS PILOTO LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA	
	UST-UST-F-002	Elaborado 31/10/2011

4. INFORMACION EXPERIMENTAL Y/O METODOLOGIA EMPLEADA

4.1 ANÁLISIS DE LABORATORIO

Los análisis se realizaron siguiendo las especificaciones de los Procedimientos Técnicos del Laboratorio de Cromatografía, basados en las normas descritas en la Tabla N°1.

Tabla N° 1. Normas Técnicas Usadas

NOMBRE DEL ANÁLISIS	PROCEDIMIENTO TÉCNICO
ANÁLISIS DE GAS NATURAL C12+	NORMA GPA 2286-95

4.2 TRATAMIENTO DE LA MUESTRA

Las muestras de gas se recibieron en recipiente metálico y fueron tomadas por personal del área de muestreo del I.C.P en el sitio definido por el cliente. Para su análisis, se siguió el método estándar GPA 2286 para cuantificar los componentes presentes hasta C12+ y algunos inertes como dióxido de carbono, nitrógeno y oxígeno, además se calcularon las propiedades fisicoquímicas a 60°F y 14.65 psia.

4.3 EQUIPOS USADOS

- Cromatógrafo Agilent 6890 con detector FID-TCD. Software Natural Gas Expert V2

5. RESULTADOS

La Tabla No. 2 muestra el reporte del análisis composicional de las muestras de Gas Natural.



ANALISIS DE MUESTRA DE GAS NATURAL C12+

**SERVICIOS DE LABORATORIO Y PLANTAS PILOTO
LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA**

UST-UST-F-002

**Elaborado
31/10/2011**

Versión 3

ANALISIS DE GAS NATURAL C12+ NORMA GPA 2286				
SUBMISION		100117899		
SAMPLE ID		200722680	200722681	200722682
MATERIAL TYPE		GAS NATURAL		
FECHA DE MUESTREO		28/02/2012 10:15	28/02/2012 10:50	28/02/2012 09:30
IDENTIF. MUESTRA		GAS NATURAL ANULAR POZO COLORADO 36	GAS NATURAL ANULAR POZO COLORADO 45	GAS NATURAL SCHUBBER SALIDA A TEA
DESCRIPCION MUESTRA		MTRCO COLORADOS 36 Y 45 (URS-ECP)	MTRCO COLORADOS 36 Y 45 (URS-ECP)	MTRCO COLORADOS 36 Y 45 (URS-ECP)
PRESSION MUESTRA		25	25	5
SITIO DE MUESTREO		YARMA	YARMA	YARMA
TEMPERATURA MUESTRA		AMB	AMB	AMB
MUESTRA TOMADA POR		JUAN CARLOS ORTIZ	JUAN CARLOS ORTIZ	JUAN CARLOS ORTIZ
COMPONENTE	UNIDAD	200722680	200722681	200722682
Oxigeno	% Molar	0.2277	0.9312	1.1343
Nitrogeno	% Molar	0.8076	2.5581	3.2016
Dioxido de Carbono	% Molar	0.0896	0.1689	0.1809
Metano	% Molar	75.4838	62.5123	71.3043
Etano	% Molar	9.6101	12.9251	9.2495
Propano	% Molar	6.5198	9.0561	6.422
i-Butano	% Molar	1.4662	1.9067	1.54
n-Butano	% Molar	2.4653	3.3909	2.8778
Neo-Pentano	% Molar	0.0355	0.0523	0.0445
i-Pentano	% Molar	0.7784	1.2069	1.0006
n-Pentano	% Molar	0.741	1.2487	1.007
2,2-Dimetilbutano	% Molar	0.0177	0.0334	0.0252
Ciclohexano+ 2,3-Dimetilbut	% Molar	0.0615	0.131	0.091
Isorexano	% Molar	0.2212	0.4564	0.3154
3-Metilpentano	% Molar	0.1143	0.2495	0.1636
n-Hexano	% Molar	0.2608	0.603	0.3643
2,2-Dimetilpentano	% Molar	0.0061	0.0139	0.0079
Metilciclohexano	% Molar	0.09	0.2288	0.1262
Isheptano	% Molar	0.0551	0.1375	0.0633
Benceno	% Molar	0.0399	0.1142	0.0591
3,3-Dimetilpentano	% Molar	0.0045	0.0124	0.006
Ciclohexano	% Molar	0.0729	0.2024	0.0973
2,3-Dimetilpentano	% Molar	0.0175	0.0452	0.0208
3-Metilhexano	% Molar	0.0622	0.1601	0.0712
1,1,3-Trimetilciclohexano	% Molar	0.0147	0.0397	0.0174
3-Isilpentano	% Molar	0.015	0.04	0.0173
IsOctano	% Molar	0.0228	0.0611	0.0264
n-Heptano	% Molar	0.1156	0.2918	0.1141
Metilciclohexano	% Molar	0.1215	0.3136	0.1194
1,1,3-Trimetilciclohexano	% Molar	0.0064	0.0142	0.0055
Etliciclopentano + 2,5 Dimetil	% Molar	0.014	0.0318	0.0124
1,2,3-Trimetilciclohexano	% Molar	0.0078	0.0174	0.0056
Tolueno	% Molar	0.0537	0.1416	0.0486
2-Metilheptano	% Molar	0.0391	0.0835	0.0281
1,1,3,3-tetrametilciclohexano	% Molar	0.0614	0.1322	0.0444
1,2-Dimetilciclohexano	% Molar	0.0101	0.022	0.0076
n-Octano	% Molar	0.0503	0.0924	0.0301
1-1,3-Dimetilciclohexano	% Molar	0.018	0.0343	0.0121
1c,4-Dimetilciclohexano	% Molar	0.0094	0.0213	0.0081
Parafinas C8	% Molar	0.0228	0.0411	0.0154
2,3-Dimetilheptano	% Molar	0.003	0.0049	0.0019
o-Xileno	% Molar	0.0109	0.0201	0.0071
Etliciclohexano	% Molar	0.0129	0.0233	0.0082
1,1,3-Trimetilciclohexano	% Molar	0.0151	0.0262	0.0091
Etibenceno	% Molar	0.0108	0.0188	0.0065
m,p-Xileno	% Molar	0.0467	0.0825	0.0281
3-Metiloctano	% Molar	0.0088	0.0139	0.0052
n-Nonano	% Molar	0.0214	0.038	0.0158
Metileno	% Molar	0.0274	0.0411	0.0201
Decanos	% Molar	0.0077	0.0057	0.0063
Undecanos	% Molar	0.0031	0.002	0.0031
Dodecano	% Molar	0.0004	0.0005	0.0009
Tridecano+	% Molar	0.0004	0.0003	0.0005
PROPIEDADES FISICOQUIMICAS A 60°F Y 14.66 PSIA				
HHV Poder Calorifico superior Volum. Id	BTU/PC	1374.32	1563.18	1369.59
HHV Poder Calorifico superior Volum. He	BTU/PC	1380.92	1573.89	1376.36
HNH Poder Calorifico Neto Volum. Ideal	BTU/PC	1249.81	1427.02	1246.36
HNH Poder Calorifico Neto Volum. Real	BTU/PC	1255.81	1436.79	1252.51
Densidad Ideal	lbm/pc3	0.062	0.0679	0.0691
Densidad Real	lbm/pc3	0.0824	0.0885	0.0896
Curvatura Ispecifica (14.73 psia) Ideal	N/A *	0.8053	0.9575	0.8402
GPM Volumen Estimado de Líquidos	ppm			
100% de licuefacción del Propano	Gal/1000 PC	4.345	6.748	4.748
Factor de Compresibilidad	N/A *	0.9952	0.9932	0.9951
Peso Molecular	N/A *	31.2296	33.4556	33.935
Indice de Wobbe	N/A *	1531.4968	1597.5176	1494.1609

	ANALISIS DE MUESTRA DE GAS NATURAL C12+		
	SERVICIOS DE LABORATORIO Y PLANTAS PILOTO LABORATORIO DE CROMATOGRAFIA		
	UST-UST-F-002	Elaborado 31/10/2011	Versión 3

El resultado del análisis composicional presenta al metano como componente principal y los demás compuestos son hidrocarburos entre C₂ y C₁₂₊, adicionalmente, inorgánicos CO₂, O₂ y N₂.

Como propiedades fisicoquímicas calculadas se reportan para cada una de las muestras analizadas: el peso molecular, GPM, BTU Bruto, BTU Neto, gravedad específica, densidad y factor de compresibilidad.

Las constantes para los cálculos fueron tomadas de la norma G.P.A.2145 del 2003 (P=14.696 psia y T=60 °F) a condiciones ideales. Los parámetros volumétricos fueron calculados a P=14.65 psia y T=60 °F.

AUTORIZADO POR
Maribel Castañeda Rodas Líder Laboratorio de Cromatografía Matricula Profesional 68254142587STD ECOPETROL S.A.



Anexo C. Inventario ACV - SimaPro 7.1

Tabla 27. Inventario Ambiental Global del Ciclo de Vida del CEC

Sustancia	Compartim.	Unidad	Extracción	Mtto.	Transporte Externo	Transporte Interno	Total
Coal, 29.3 MJ per kg, in ground	Crudo	g	12,0245	-	-	4,2542	16,2787
Energy, from hydro power	Crudo	MJ	4,5516	-	-	1,6103	6,1620
Energy, kinetic (in wind),	Crudo	kJ	6,7935	-	-	2,4035	9,1970
Gas, natural, 30.3 MJ per kg,	Crudo	g	61,8209	-	-	21,8718	83,6926
Occupation, water bodies,	Crudo	cm2a	426,0884	-	-	150,7470	576,8354
Transformation, from water	Crudo	mm2	278,5335	-	-	98,5432	377,0767
Transformation, to unknown	Crudo	mm2	278,5335	-	-	98,5432	377,0767
Water, cooling, surface	Crudo	kg	20,5500	-	-	-	20,5500
Butane	Aire	kg	1,9042	-	-	-	1,9042
Carbon dioxide	Aire	lb	0,5522	790,2906	1,7741	4,1814	796,7983
Carbon dioxide, land	Aire	g	126,6580	-	-	44,8107	171,4687
Carbon monoxide	Aire	mg	78,8046	-	-	27,8805	106,6851
Carbon monoxide, fossil	Aire	g	-	112,0000	17,6000	40,0000	169,6000
Dinitrogen monoxide	Aire	µg	93,7503	-	-	33,1682	126,9185
Ethane	Aire	kg	2,0627	-	-	-	2,0627
Heat, waste	Aire	MJ	0,0377	105,0000	16,5000	37,5001	159,0378
Hydrocarbons, unspecified	Aire	mg	20,6522	-	-	7,3066	27,9589
Methane	Aire	kg	8,4821	-	-	-	8,4821
Methane, biogenic	Aire	g	2,0720	-	-	0,7331	2,8051
Methane, fossil	Aire	g	-	129,8056	0,3524	0,8010	130,9590
Nitrogen	Aire	g	664,8299	-	-	-	664,8299
Nitrogen oxides	Aire	g	0,5976	395,4115	42,0905	95,8717	533,9712
Oxygen	Aire	g	269,1927	-	-	-	269,1927
Particulates, < 2.5 um	Aire	g	-	21,0000	3,3000	7,5000	31,8000
Particulates, SPM	Aire	mg	15,1495	-	-	5,3598	20,5093
Pentane	Aire	kg	1,0980	-	-	-	1,0980
Propane	Aire	kg	2,1004	-	-	-	2,1004
Soot	Aire	mg	105,8427	-	-	37,4464	143,2891
Sulfur dioxide	Aire	g	-	14,0000	2,2000	5,0000	21,2000
Sulfur oxides	Aire	g	0,1980	258,8230	0,5810	1,3906	260,9925
Calcium, ion	Agua	mg	8,6694	-	-	-	8,6694
Chloride	Agua	mg	5,9675	-	-	-	5,9675
Crude oil	Agua	µg	20,5500	-	-	-	20,5500
Magnesium	Agua	mg	5,2078	-	-	-	5,2078
Nitrate	Agua	mg	13,4460	-	-	-	13,4460
Phosphate	Agua	mg	19,5843	-	-	-	19,5843
Potassium, ion	Agua	mg	8,4608	-	-	-	8,4608
Sodium, ion	Agua	mg	4,8695	-	-	-	4,8695
Sulfate	Agua	mg	20,8114	-	-	-	20,8114
Waste, final, inert	Desecho	g	-	284,7053	0,6391	1,4526	286,7970

Tabla 28. Inventario de Emisión Atmosférica, IPPC GWP 20, 100, 500 años

Sustancia	Unidad	Total	Extracción	Mantenimiento	Transporte Externo	Transporte Interno
Butane	kg	1,9042195	1,9042195	-	-	-
Carbon dioxide	lb	341,45825	0,55222425	225,02801	35,361545	80,516468
Carbon dioxide, land transformation	g	171,46873	126,65803	-	-	44,810705
Carbon monoxide	mg	106,68511	78,804607	-	-	27,880507
Carbon monoxide, fossil	g	169,6	-	112	17,6	40
Dinitrogen monoxide	µg	126,9185	93,750308	-	-	33,16819
Ethane	kg	2,0627051	2,0627051	-	-	-
Heat, waste	MJ	159,03776	0,03765913	105	16,5	37,500099
Hydrocarbons, unspecified	mg	27,958857	20,652242	-	-	7,3066157
Methane	kg	8,4821406	8,4821406	-	-	-
Methane, biogenic	g	2,8050827	2,0720177	-	-	0,73306506
Methane, fossil	g	3,3962936	-	2,2428354	0,35244557	0,80101265
Nitrogen	g	664,82986	664,82986	-	-	-
Nitrogen oxides	g	406,40848	0,59755631	267,84874	42,090516	95,871674
Oxygen	g	269,19273	269,19273	-	-	-
Particulates, < 2.5 um	g	31,8	-	21	3,3	7,5
Particulates, SPM	mg	20,509293	15,149506	-	-	5,3597871
Pentane	kg	1,0980452	1,0980452	-	-	-
Propane	kg	2,1003627	2,1003627	-	-	-
Soot	mg	143,28914	105,84274	-	-	37,446405
Sulfur dioxide	g	21,2	-	14	2,2	5
Sulfur oxides	g	5,8670276	0,19796261	3,6974708	0,58103113	1,3905631