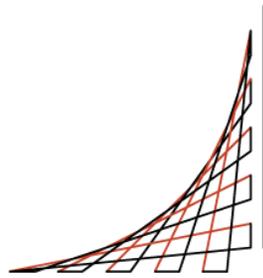


**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL MONTAJE DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE COQUE EN LA EMPRESA
PETROLOGY S.A.S.**

**ING. MARÍA HELENA GUZMÁN GÓMEZ
ING. JORGE ANDRÉS ALFONSO RODRÍGUEZ
ING. GERMÁN DARÍO ALARCÓN GAITÁN**



**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA
JULIO GARAVITO**

VIGILADA MINEDUCACIÓN

**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.**

2018

**ESTUDIO DE PREFACTIBILIDAD DEL MONTAJE DE LA LÍNEA DE
PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE COQUE EN LA EMPRESA
PETROLOGY S.A.S.**

**ING. MARÍA HELENA GUZMÁN GÓMEZ
ING. JORGE ANDRÉS ALFONSO RODRÍGUEZ
ING. GERMÁN DARÍO ALARCÓN GAITÁN**

**DIRECTORA
ING. MARÍA PAULA ACERO TRIVIÑO**

**TRABAJO DE GRADO ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA
INTEGRAL DE PROYECTOS**



**ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA JULIO GARAVITO
UNIDAD DE PROYECTOS
ESPECIALIZACIÓN EN DESARROLLO Y GERENCIA INTEGRAL DE PROYECTOS
BOGOTÁ D.C.
2018**

NOTA DE ACEPTACIÓN

El Trabajo de Grado “Elaboración del estudio de prefactibilidad para el montaje de una línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.”, presentado para optar al Título de Especialista en Desarrollo y Gerencia Integral de Proyectos, cumple todos los requisitos establecidos y recibe nota aprobatoria

Ing. María Paula Acero Triviño
Directora del Trabajo de Grado

Bogotá, D.C., enero de 2.019

AGRADECIMIENTOS

A DIOS por permitirme recibir este conocimiento excepcional de parte de una de las mejores instituciones del país en el área de estudio, a mi esposa y mis hijas por el amor durante este nuevo logro en mi vida. A mis amigos y compañeros con quienes trabajamos incansablemente para alcanzar este logro.

“La vida es la expresión más grande del amor, el amor es el camino a la felicidad y la felicidad es la materialización de la filantropía por los demás”.

Germán Darío Alarcón Gaitán

Agradezco a Dios, a Jesucristo y al Espíritu Santo, por permitirme alcanzar este nuevo logro en mi vida académica y profesional, igualmente por la oportunidad de volver a estudiar en la universidad donde curse mi carrera de Ingeniería Civil.

Gracias a mi madre, hermanos, amigos y compañeros, por estar animándome con amor cada día para continuar y seguir adelante en la adquisición de nuevos conocimientos. A mi grupo de trabajo por la comprensión, compañerismo y el ambiente de trabajo que desarrollamos en el transcurso de las diferentes actividades realizadas, así como la amistad que se formó.

El principio de la sabiduría es el temor a Dios, los insensatos desprecian la sabiduría y la enseñanza. (Prov. 1:7).

María Helena Guzmán Gómez

Agradezco a Dios primero, a mis padres por apoyarme y darme la oportunidad de continuar mi formación académica. A mi hermano y a mi novia por las palabras de apoyo en momentos de dificultad.

A Germán y María Helena por brindarme su amistad y experiencia, en situaciones que van mucho más allá del ámbito educativo y a quienes consideraré mis amigos por el resto de mi vida.

Jorge Andrés Alfonso Rodríguez

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO.....	17
INTRODUCCIÓN	21
RESUMEN EJECUTIVO	22
1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO.....	28
1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO	28
1.1.1 Nombre del Proyecto.....	28
1.1.2 Código o “Alias”	28
1.2 PROPÓSITO DEL PROYECTO	28
1.3 OBJETIVOS GERENCIALES PARA EL PROYECTO.....	28
1.3.1 Objetivo general:	28
1.3.2 Objetivos específicos.....	28
1.4 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (<i>PROJECT CHARTER</i>)	29
1.5 ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS (<i>STAKEHOLDERS</i>).....	31
1.6 REQUERIMIENTOS PRIORIZADOS DE LOS <i>STAKEHOLDERS</i>	39
1.7 ENTREGABLES DEL PROYECTO	41
1.7.1 Producto	41
1.7.2 Subproductos:	41
1.7.2.1 Perfil	41
1.7.2.2 Identificación y Alineación Estratégica del Proyecto - IAEP -	41
1.7.2.3 Formulación.....	41
1.7.2.4 Evaluación Financiera	42
1.8 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL PROYECTO (4PS)	42
1.9 INTERACCIONES DEL PROYECTO CON SU ENTORNO	43

1.9.1 Entorno Organizacional	43
1.9.1.1 Valores Éticos y Operacionales.....	43
1.9.1.2 Cultura de la Organización	44
1.9.1.3 Estructura de la Organización	44
1.9.2 Entorno P.E.S.T.A.	45
1.9.2.1 Entorno Político	45
1.9.2.2 Entorno Económico	46
1.9.2.3 Entorno Social	47
1.9.2.4 Entorno Tecnológico.....	48
1.9.2.5 Entorno Ambiental	50
2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO - IAEP .	54
2.1 REVISIONES ESTRATÉGICAS QUE PUEDAN AFECTAR EL PROYECTO .	54
2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO	56
2.2.1 Nombre del Proyecto.....	56
2.2.2 Propósito del Proyecto	56
2.2.3 Antecedentes	56
2.2.4 Justificación del Proyecto	57
2.2.4.1 Exigencia por Cumplir	57
2.2.4.2 Necesidad por Resolver	58
2.2.4.3 Oportunidad por Aprovechar	58
2.2.4.4 Aspectos Especiales del Proyecto	59
2.3 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO	59
2.3.1 Objetivos Estratégicos de las Entidades Analizadas.....	60
2.3.2 Alineación del Proyecto con la Empresa PETROLOGY S.A.S.....	60
2.3.3 Implicaciones de los Resultados de la IAEP	61
2.3.4 Estrategias DOFA	61
2.3.4.1 Estrategias FO (Fortaleza-Oportunidad)	62
2.3.4.2 Estrategias DO (Debilidad-Oportunidad)	63
2.3.4.3 Estrategias FA (Fortaleza-Amenaza)	63
2.3.4.4 Estrategias DA (Debilidad-Amenaza)	63

3. FORMULACIÓN.....	64
3.1 ESTUDIO DE MERCADO	64
3.1.1 Hallazgos.....	64
3.1.2 Oferta y Demanda Actual y Proyectada	67
3.1.2.1 Oferta	67
3.1.2.2 Demanda.....	70
3.1.2.3 Principales productos sustitutos del coque.....	71
3.1.2.4 Comportamiento histórico de la demanda del carbón y el coque	72
3.1.2.5 Estrategia de Comercialización	82
3.1.3 Costos y Beneficios	85
3.1.4 Conclusiones.....	85
3.1.5 Recomendaciones.....	85
3.2 ESTUDIO TÉCNICO	87
3.2.1 Hallazgos.....	87
3.2.1.1 Ingeniería y Tecnología	87
3.2.1.2 Análisis Técnico del Proyecto.....	90
3.2.1.3 Materiales y Equipos	95
3.2.2 Recursos Necesarios	112
3.2.2.1 Cálculo de los Recursos Necesarios para la Operación.....	113
3.2.2.2 Cálculo Recursos para Comercialización	118
3.2.3 Conclusiones.....	120
3.2.4 Recomendaciones.....	120
3.3 ESTUDIO AMBIENTAL	122
3.3.1 Hallazgos.....	122
3.3.1.1 Caracterización ambiental	122
3.3.1.2 Identificación de impactos	125
3.3.1.3 Evaluación de impactos identificados.....	130
3.3.1.4 Estrategias ambientales sobre los principales impactos encontrados.....	134
3.3.2 Costos y beneficios	137
3.3.3 Conclusiones.....	138
3.3.4 Recomendaciones.....	138

3.4 ESTUDIO ADMINISTRATIVO	139
3.4.1 Hallazgos.....	139
3.4.1.1 Misión, Visión, Objetivos Estratégicos, Valores.....	139
3.4.1.2 Estructura organizacional	142
3.4.1.3 Listado de Personal y cargos requeridos	146
3.4.1.4 Tipo de entidad empresarial para la organización	151
3.4.1.5 Costos y Beneficios	152
3.4.2 Conclusiones.....	153
3.4.3 Recomendaciones.....	153
3.5 ESTUDIOS DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO.....	158
3.5.1. Hallazgos.....	158
3.5.1.1. Supuestos macroeconómicos utilizados.....	158
3.5.1.2. Supuestos del proyecto	160
3.5.1.3. Supuestos microeconómicos.....	162
3.5.1.4 Ingresos.....	170
3.5.1.5 Depreciaciones.....	170
3.5.1.6 Estado de resultados de la operación	171
3.5.1.7 Flujo de caja del proyecto (sin financiación).....	171
3.5.1.8 Financiamiento	172
3.5.1.9 Estado de resultados de la operación con financiación.....	174
3.5.1.10 Flujo de caja con financiación	174
3.5.1.11 Balance general del proyecto	175
3.5.2 Conclusiones.....	176
3.5.3 Recomendaciones.....	177
4. EVALUACIÓN FINANCIERA.....	178
4.1 Hallazgos.....	178
4.1.1 Alcance, bases y antecedentes.....	178
4.1.2 Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC).....	179
4.1.3 Cálculos del VPN y la TIR	180
4.1.4 Flujo de caja del proyecto.....	181

4.1.4.1 Flujo de caja del proyecto sin financiación	181
4.1.4.2 Flujo de caja del proyecto con financiación	182
4.1.5 Análisis de sensibilidad	183
4.1.5.1 Primer escenario: Cambio del precio de venta de la tonelada de coque. 183	
4.1.5.2 Segundo escenario: Se mantiene el precio del coque, se modifica la tasa de crédito y se aumenta el precio del carbón.....	184
4.2 Conclusiones.....	186
4.3 Recomendaciones.....	187
BIBLIOGRAFÍA	188

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1 Principales <i>Stakeholders</i> Identificados para el Proyecto	32
Tabla 2 Calificación <i>Stakeholders</i> del Proyecto	34
Tabla 3 <i>Stakeholders</i> Poder Interés Prioridad 1	36
Tabla 4 <i>Stakeholders</i> Poder Interés Prioridad 2.....	36
Tabla 5 <i>Stakeholders</i> Poder Interés Prioridad 3.....	36
Tabla 6 <i>Stakeholders</i> Poder Interés Prioridad 4.....	37
Tabla 7 <i>Stakeholder</i> Poder Interés Prioridad 5.....	37
Tabla 8 <i>Stakeholders</i> Poder Interés Prioridad 7.....	37
Tabla 9 Estrategias Específicas de los <i>Stakeholders</i>	38
Tabla 10 Requerimientos del Negocio	39
Tabla 11 Requerimientos de Gerencia.....	39
Tabla 12 Requerimientos Funcionales	40
Tabla 13 Requerimientos No Funcionales	41
Tabla 14 Procesos de Producción de los Productos del Proyecto	42
Tabla 15 Niveles Máximos Permisibles de Contaminantes en el Aire Resolución 2254 de 2.017	52
Tabla 16 Objetivos Estratégicos del Sector.....	60
Tabla 17 Objetivos Organizacionales y Estratégicos de la Empresa PETROLOGY S.A.S.....	61
Tabla 18 Matriz DOFA (Fortalezas y Debilidades Internas y Externas)	62
Tabla 19 Producción, Exportaciones y Consumo Nacional de Coque	69
Tabla 20 Participación de Coque Producido y Exportado por Departamento	69
Tabla 21 Participación y Ubicación de las Empresas Exportadoras de Coque	70
Tabla 22 Tonelajes y Porcentajes de Demanda Requerida	71
Tabla 23 Variaciones Anuales Consumidores de Carbón	74
Tabla 24 Producción de Coque en Colombia	79
Tabla 25 Regresión Lineal para el Pronóstico de la Producción de Coque en Colombia	81

Tabla 26 Pronóstico Calculado para 5 Periodos	82
Tabla 27 Estrategia de Comercialización que Empleará el Proyecto	84
Tabla 28 Balance del Proceso de Coquización	88
Tabla 29 Composición Media de los Gases Compuestos Producto del Proceso de Coquización.....	88
Tabla 30 Lista de Materiales e Insumos	95
Tabla 31 Operación Analizar	97
Tabla 32 Características Requeridas para los Crisoles.....	98
Tabla 33 Características encontradas Crisol 1	98
Tabla 34 Características encontradas Crisol 2.....	99
Tabla 35 Operación Mezclado.....	99
Tabla 36 Características Requeridas Tolva.....	99
Tabla 37 Características Requeridas Cargador	100
Tabla 38 Características de las opciones para Cargador Diesel en el Mercado .	101
Tabla 39 Características Requeridas Motor Eléctrico	102
Tabla 40 Alternativas para Motores Eléctricos en el Mercado	102
Tabla 41 Operaciones de Reducción de Tamaño	103
Tabla 42 Código de Solicitud grupo Koneko	104
Tabla 43 Características Molino de Martillos.....	105
Tabla 44 Características Técnicas de Molino de Martillos	105
Tabla 45 Modelo del Molino y fuente de información	105
Tabla 46 Operación de Coquización	106
Tabla 47 Operación de Deshorne y Apagado	109
Tabla 48 Operación de Cribado	109
Tabla 49 Características Técnicas de Cribas	110
Tabla 50 Modelo de Criba y Fuente de Información.....	110
Tabla 51 Características Técnicas de Molino de Rodillo Dentado	111
Tabla 52 Modelo de Molino de Rodillo Dentado y Fuente de Información	111
Tabla 53 Hoja de Ruta Coque	112
Tabla 54 Cálculo de Recursos para Análisis de Carbón	113
Tabla 55 Cálculo de Recursos para Mezclado de Carbón	114
Tabla 56 Cálculo de Recursos para Homogenizado de Carbones.....	114

Tabla 57 Cálculo de Recursos para Molienda.....	114
Tabla 58 Cálculo de Recursos para Pulverización	115
Tabla 59 Cálculo de Recursos para Coquización.....	115
Tabla 60 Cálculo de Recursos para Deshornado.....	115
Tabla 61 Cálculo de Recursos para Apagado	116
Tabla 62 Cálculo de Recursos para Estabilización	116
Tabla 63 Cálculo de Recursos para Cargue y Despacho.....	117
Tabla 64 Resumen Cálculo de Personal para Producción	118
Tabla 65 Características Contenedores Oficina	119
Tabla 66 Contenedores y Fuente de Información	119
Tabla 67 Materiales y Recursos Ambientales Requeridos por el Proyecto	125
Tabla 68 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Formulación...	126
Tabla 69 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Ejecución.....	128
Tabla 70 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Operación	129
Tabla 71 Parámetros Evaluación Impactos.....	130
Tabla 72 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Físico.....	131
Tabla 73 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Biótico	132
Tabla 74 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Socio-Económico.....	133
Tabla 75 Rangos de Calificación Impactos	134
Tabla 76 Costos y Beneficios	138
Tabla 77 Misión y Visión Empresas Representativas del Sector.....	140
Tabla 78 Ventajas y Desventajas Jerárquica Funcional.....	142
Tabla 79 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Producto	142
Tabla 80 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Geografía	143
Tabla 81 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Cliente	143
Tabla 82 Ventajas y Desventajas Jerárquica Lineal.....	143
Tabla 83 Ventajas y Desventajas Estructura Organizacional Matricial.....	144
Tabla 84 Ventajas y Desventajas Estructura Organizacional Projectada	144
Tabla 85 Personal requerido para la Ejecución del Proyecto	146
Tabla 86 Personal Requerido para la Operación del Proyecto	147
Tabla 87 Requisitos Cargos para la Ejecución del Proyecto	148

Tabla 88 Ventajas y Desventajas de una Sociedad por Acciones Simplificadas.	152
Tabla 89 Cargos para la Producción de Coque.....	154
Tabla 90 Proyecciones Macroeconómicas de Analistas Locales y Extranjeros ..	159
Tabla 91 Datos de Depreciación 2018	160
Tabla 92 Prestaciones Sociales	161
Tabla 93 Parafiscales.....	161
Tabla 94 Costos Adicionales Legales	162
Tabla 95 Costos Generados por Asistencia a Congreso.....	162
Tabla 96 Costos Análisis Físico-Químico	163
Tabla 97 Costos de Localización.....	164
Tabla 98 Costos de Combustible y Mantenimiento Equipos	164
Tabla 99 Costos de Ingeniería (materiales, maquinaria, equipos y materia prima)	165
Tabla 100 Costos por Servicios Públicos	165
Tabla 101 Costos de Licencias y Permisos.....	166
Tabla 102 Costos por Periodo del Manejo de Residuos Industriales	167
Tabla 103 Costos del Mantenimiento de la Política del SGSST	167
Tabla 104 Costos Generados en el Proceso de Reclutamiento de Personal.....	167
Tabla 105 Costos Correspondientes al Mobiliario y Dotación	168
Tabla 106 Prestaciones Sociales, Parafiscales y otros del Personal del Proyecto	168
Tabla 107 Prestaciones Sociales Totales del Personal del Proyecto en el Horizonte de Planeación.....	169
Tabla 108 Costos Totales Generados.....	170
Tabla 109 Ingresos por la Operación de la Línea de Producción y Comercialización	170
Tabla 110 Depreciación Anual	171
Tabla 111 Estado de Resultados del Proyecto.....	171
Tabla 112 Flujo de Caja del Proyecto	172
Tabla 113 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Preferencial.....	173
Tabla 114 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Ordinario	173
Tabla 115 Financiación y Amortización.....	174

Tabla 116 Estado de Resultados del Proyecto Financiado	174
Tabla 117 Flujo de Caja con Financiación	175
Tabla 118 Balance General del Horizonte de Planeación del Proyecto	176
Tabla 119 Criterios para evaluar VPN y TIR	179
Tabla 120 Valores para cálculo de la WACC	181
Tabla 121 Cálculo de la WACC.....	181
Tabla 122 VPN y TIR para Flujo de Caja Sin Financiación	182
Tabla 123 VPN y TIR para Flujo de Caja Con Financiación.....	183
Tabla 124 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Coque	183
Tabla 125 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2	185

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1 Nueva Organización Jerárquica PETROLOGY S.A.S.....	26
Figura 2 Gráfica Poder-Interés para Clasificar los <i>Stakeholders</i>	35
Figura 3 Estructura Organizacional Actual de la empresa PETROLOGY S.A.S. ...	45
Figura 4 Fuerzas Competitivas de Porter	67
Figura 5 Estructura del Mercado del Coque en Colombia.....	68
Figura 6 Principales Productores de Carbón Coquizable en el Mundo	73
Figura 7 Producción de Carbón por País Año 2.010	75
Figura 8 Variación del Precio del Coque (FOB) para Exportación	77
Figura 9 Producción de Coque por año en Colombia en miles de Toneladas.....	78
Figura 10 Grafica XY Dispersión de los Datos de la Tabla 24 Producción de Coque en Colombia	80
Figura 11 Flujo de Proceso de Coquización, imagen tomada de (« <i>Cokemaking</i> », 2017)	89
Figura 12 Ubicación Área de Influencia del Lote	91
Figura 13 Distribución de la Planta de Coque	92
Figura 14 Zona de Cribado del Coque	92
Figura 15 Distribución General de la Planta de Coque con 2 Baterías de Coque .	93
Figura 16 Diagrama de Operaciones del Proceso de Coquización	94
Figura 17 Crisoles de Cromo Níquel	98
Figura 18 Tolva metálica LIPPEL de 50m3	100
Figura 19 Cargador Diesel	100
Figura 20 Motor eléctrico.....	101
Figura 21 Tornillo Sinfín	103
Figura 22 Molino de Martillos	104
Figura 23 Hornos Tipo Colmena	106
Figura 24 Hornos Tipo Solera	107
Figura 25 Hornos Verticales con Recuperación de Subproductos	108
Figura 26 Criba.....	110
Figura 27 Molino de Rodillo Dentado	111

Figura 28 Contenedor	119
Figura 29 Estructura Organizacional Actual PETROLOGY S.A.S.....	145
Figura 30 Proceso de Contratación en la Empresa PETROLOGY S.A.S.	149
Figura 31 Cronograma de Ingreso y Retiro de Personal	155
Figura 32 Nueva Organización Jerárquica PETROLOGY S.A.S.....	156
Figura 33 Distribución de espacio en el contenedor 1.....	157
Figura 34 Distribución de espacio en el contenedor 2.....	157
Figura 35 Distribución de espacio en el contenedor 3.....	157
Figura 36 Flujo de Caja del Proyecto	172
Figura 37 Flujo de Caja con Financiación	175
Figura 38 Flujo de Caja del Proyecto sin Financiación.....	182
Figura 39 Flujo de Caja del Proyecto Con Financiación.....	182
Figura 40 VPN vs % de Reducción de Precio Tonelada de Coque.....	184
Figura 41 VPN Respecto al Porcentaje de Disminución del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2.....	186

GLOSARIO

ACERO: Aleación de hierro y carbono que puede variar entre 0,03% y 1,075% en peso de su composición, dependiendo del grado.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO PROJECT CHARTER: Documento emitido por el iniciador del proyecto o patrocinador, que autoriza formalmente la existencia de un proyecto y confiere al director la autoridad para aplicar los recursos de la organización a las actividades del Proyecto (*PMBOOK*, 2013).

ACTUAL COST: Costo real incurrido por el trabajo llevado a cabo en una actividad durante un periodo de tiempo específico (*PMBOOK*, 2013).

ANM (Agencia Nacional de Minería): Organismo gubernamental colombiano que está a cargo de fiscalizar la implementación de un nuevo sistema, para conceder concesiones a través de un proceso licitatorio, supervisar las concesionarias mediante contratos con auditores privados y fomentar una reforma al código minero.

CAR: Corporación Autónoma Regional y de Desarrollo Sostenible; ente corporativo de carácter público, integrado por las entidades territoriales, encargado por ley de administrar dentro del área de su jurisdicción- el medio ambiente y los recursos naturales renovables, y propender por el desarrollo sostenible del país.

CARBÓN: El carbón es una roca combustible sedimentaria de origen orgánico, que aparece en estratos que alternan con otros materiales detríticos.

CALIZA: Roca sedimentaria compuesta mayoritariamente por carbonato de calcio (CaCO_3), generalmente calcita, aunque frecuentemente presenta trazas de magnesita (MgCO_3) y otros carbonatos.

CENIZAS: Es un polvo mineral que se produce al finalizar una combustión completa del carbón.

COQUE: El coque metalúrgico y/o siderúrgico es un material carbonoso, macro poroso de alta resistencia mecánica, producido por la carbonización de carbones o mezclas de carbones de un rango específico (generalmente bituminosos).

COQUIZABLE: Propiedad fisicoquímica que determina las características aglomerantes de algunos carbones.

COQUIZACIÓN: Proceso mediante el cual se obtiene el coque a alta temperatura; consiste en un calentamiento hasta una temperatura entre 1.000 y 1.200 °C en ausencia de aire, hasta eliminar prácticamente la totalidad de la materia volátil presente en el carbón, o de la mezcla de carbones.

COMERCIALIZACIÓN: Es el intercambio o “Trueque” que se aplica cuando una persona quiere adquirir un producto y a cambio entrega una cantidad de dinero impuesta.

COST PERFORMANCE INDEX (CPI): Índice de rendimiento de Costos $CPI=EV/AC$; este indicador expresa la relación entre el valor ganado (EV) y el costo real (AC) en términos de eficiencia. Si el valor ganado es igual al valor real, $CPI=1$, indica que el trabajo para realizar el proyecto ha costado lo presupuestado; si el valor ganado es mayor al valor real, $CPI>1$, indica que el proyecto ha tenido un desempeño mejor del previsto; y finalmente si el valor ganado es menor del valor real, $CPI<1$, indica que, a la fecha, el proyecto ha excedido el presupuesto (PACHECO, 2013).

COST VARIANCE (CV): Es igual al valor ganado (EV) menos el costo real (AC); es decir si el valor es mayor a cero, significa que se está gastando menos de lo presupuestado, en caso contrario significaría que se está gastando más de lo planeado inicialmente. *PMBOOK Guide-6th Edición, 2017.*

CRI (Coke reactivity index): Es el índice de reactividad del coque en una atmosfera de dióxido de carbono (CO₂)

CRIBADO: Es un método para la separación de materiales, dependiendo de su tamaño, el cual se da por el paso del material a través de orificios o cribas de diferente diámetro, con el fin de permitir el paso de los más pequeños y retener los de más tamaño.

CSR (Coke strength index): Índice de resistencia mecánica después de la reacción con dióxido de carbono (CO₂).

DOFA: Es una herramienta de estudio de la situación de una empresa, institución, proyecto o persona, analizando sus características internas y su situación externa en una matriz cuadrada

EARNED SCHEDULE MANAGEMENT: Técnica de análisis, que permite controlar la ejecución de un proyecto a través de la interrelación entre lo planeado, el trabajo efectivamente realizado (ganado) y los costos reales incurridos en el proyecto. *PMBOOK Guide-6th Edición, 2017.*

EARNED VALUE: La cantidad de trabajo ejecutado a la fecha, expresado en términos del presupuesto autorizado para ese trabajo. *PMBOOK Guide-6th Edición, 2017.*

ENTREGABLE: Cualquier producto, resultado o capacidad de prestar un servicio único y verificable que debe producirse para terminar un proceso, una fase o un proyecto (*Project Management Institute, INC., 2017*)

ESTRUCTURA DE DESGLOSE DE TRABAJO (EDT/WBS): Es el proceso que consiste en subdividir los entregables y el trabajo en componentes más pequeños y más fáciles de manejar (*Project Management Institute, INC., 2017*)

EXPORTACIÓN: Todo bien y/o servicio legítimo que el país productor o emisor (el exportador), envíe como mercancía a un tercero (importador), para su compra o utilización.

FSI: Hinchamiento libre al crisol; prueba que permite identificar y valorar la propiedad coquizable de un carbón.

HIERRO: Elemento químico de número atómico 26 situado en el grupo 8, periodo 4 de la tabla periódica de los elementos, cuarto elemento más abundante en la corteza terrestre, representando un 5 % y, entre los metales, solo el aluminio es más abundante; y es el primero más abundante en masa planetaria, debido a que el planeta en su núcleo, se concentra la mayor masa de hierro nativo equivalente a un 70 %.

IAEP: Identificación y Alineación Estratégica de un proyecto.

IPC: Índice de precios al consumidor, mide la evolución del costo promedio de una canasta de bienes y servicios representativa del consumo final de los hogares, expresado en relación con un período base.

LECCIONES APRENDIDAS: Conocimientos adquiridos a través de la experiencia. Contiene información sobre éxitos y fracasos, es una valiosa fuente de información para proyectos futuros.

MATERIA VOLÁTIL: Pérdida de masa corregida por el contenido de humedad, cuando el carbón se calienta sin contacto con el aire en condiciones estandarizadas.

MICUM 10: Ensayo que permite evaluar la capacidad que tiene un coque, para degradarse en una fracción fina producto de la abrasión, rozamiento y aplastamiento.

MICUM 40: Ensayo que permite evaluar la capacidad que tiene un coque, para fragmentarse en pedazos más pequeños.

MW: Un millón de vatios (10^6).

PESTA: Acrónimo para Político, Económico, Sociocultural, Tecnológico y Ambiental, es una herramienta utilizada para analizar los cambios políticos, económicos, socioculturales, tecnológicos y ambientales en el entorno del negocio o proyecto.

RUCOM: Registro Único de Comercializadores de Minerales-RUCOM, es una medida de control, soportada por una herramienta tecnológica, que permite certificar a las personas naturales y jurídicas que comercializan de los minerales en el territorio nacional, con el propósito de darle mayor transparencia a la actividad comercializadora de minerales en Colombia.

SCHEDULE PERFORMANCE INDEX (SPI): Una medida de eficiencia del cronograma que se expresa como la razón entre el valor ganado y el valor planificado (*Project Management Institute, INC., 2017*)

SCHEDULE VARIANCE: Es una medida de desempeño del cronograma que se expresa como la diferencia entre el valor ganado y el valor planificado. *PMBOOK Guide-6th* Edición, 2017.

SPONSOR: Organización o persona que patrocina, apoya o financia un proyecto o actividad.

STAKEHOLDER: Un individuo, grupo u organización que puede afectar, verse afectado o percibirse a sí como afectado por una decisión, actividad o resultado de un proyecto, programa o portafolio. (*Project Management Institute, INC.*, 2017)

TIR: La tasa interna de retorno o tasa interna de rentabilidad (TIR) de una inversión, es la media geométrica de los rendimientos futuros esperados de dicha inversión.

TÍTULO MINERO: Es un contrato de concesión entre el estado y una persona natural o jurídica, para construir, declarar y probar el derecho a explorar y explotar minas de propiedad del estado.

TO COMPLETE PERFORMANCE INDEX (TCPI): Medida de desempeño del costo que se debe alcanzar con los recursos restantes a fin de cumplir un objetivo de gestión especificado. Se expresa como la tasa entre el costo para culminar el trabajo pendiente y el presupuesto restante. (*Project Management Institute, INC.*, 2017)

TURBA: La turba es un material orgánico, de color pardo oscuro y rico en carbono. Está formado por una masa esponjosa y ligera en la que aún se aprecian los componentes vegetales que la originaron. Se emplea como combustible y en la obtención de abonos orgánicos.

VP: Valor presente, es una fórmula que nos permite calcular el valor de hoy que tiene un monto de dinero que se recibirá en el futuro.

VPN: Valor presente neto, es el método más conocido a la hora de evaluar proyectos de inversión a largo plazo, permite determinar si una inversión cumple con el objetivo principal financiero de maximizar una inversión.

WACC: Es la tasa de descuento que afecta los flujos de caja futuros a la hora de valorar un proyecto de inversión.

INTRODUCCIÓN

Actualmente, la Escuela Colombiana de Ingeniería establece como uno de los requisitos para optar al título de Especialista en Gerencia Integral de Proyectos, un documento de trabajo de grado, que materialice los conocimientos adquiridos por los estudiantes durante el desarrollo de este. El estudio de prefactibilidad para el montaje de una línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S. se desarrolló para cumplir con este requisito.

La idea de realizar este estudio de pre factibilidad surge de la necesidad que tiene esta empresa de desarrollar una nueva línea de negocio diferente a la existente que es la comercialización de mezclas de carbones coquizables. Actualmente la empresa concentra su actividad económica en los municipios de Guachetá, Lenguazaque y Cucunubá, su centro de operación principal se concentra en el municipio de Guachetá, donde tiene establecido el centro de acopio y despacho. Sus productos son distribuidos a dos clases de clientes; empresas exportadoras de carbón coquizable y plantas de producción de coque, de ahí surge la propuesta de evaluar si la construcción de una planta de coque sería la línea de negocio que necesita PETROLOGY S.A.S. para generar ese nuevo ingreso y finalizar con la dependencia de un solo producto.

El estudio busca evaluar a nivel de prefactibilidad, si la línea de producción y comercialización de coque es viable económicamente, si genera ingresos y como son respecto a los ya percibidos por la empresa PETROLOGY SAS, así como el capital humano y económico que se requeriría destinar o conseguir para el montaje y operación de la línea de producción y comercialización de coque. En este estudio además se evalúa el actual mercado del coque, los pronósticos y comportamientos que permitan inferir un posible panorama del negocio durante un determinado tiempo de evaluación.

RESUMEN EJECUTIVO

Este trabajo contiene un estudio de prefactibilidad para el montaje de una línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S., con el objeto de diversificar sus fuentes de ingreso y seguir creciendo económicamente.

El trabajo incluye la elaboración del perfil, la identificación y alineación estratégica, la formulación (estudio de mercado, técnico, ambiental, administrativo, costos y beneficios), la evaluación financiera y finalmente, el libro de gerencia. A continuación, se presenta una breve descripción del contenido de cada una de las partes mencionadas.

PERFIL

El proyecto consiste en el montaje de una línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S. que le permita mejorar el nivel de competitividad y le ayude a diversificar sus fuentes de ingreso. Es decir, que las actividades económicas de la empresa no dependan solamente de la comercialización de carbón, sino que se compartan con la producción y comercialización de coque.

Los principales aspectos del sector que se tuvieron en cuenta en el desarrollo del trabajo fueron los siguientes:

Entorno político

Respecto al entorno político se encontró la información que evidencia la oportunidad por una posible sobre oferta de carbón en Colombia, así como la incertidumbre que se tiene frente a algunas políticas gubernamentales que no están definidas completamente en el momento de la realización de este trabajo.

Las siguientes leyes conforman el principal marco normativo que soporta el proyecto:

- Resolución CREG 015 del 2.018 de la comisión de regulación de energía y gas: ajustes al esquema del cargo por confiabilidad, recursos con los que se les paga a los generadores de energía (termoeléctricas).
- Mercado cercano para las energías renovables, Ley 1.715 de 2.014: diversificación de la matriz eléctrica apuntándole a la inclusión de las energías renovables.
- Incertidumbre frente a nuevos lineamientos políticos en materia minera (Próximas elecciones presidenciales).

- El Gobierno Nacional a través de los Ministerios de Medio Ambiente y de Hacienda y Crédito Público estableció el impuesto nacional al carbono, según el artículo 221 de la Ley 1.819 de 2.016 (Reforma Tributaria Estructural).

Entorno económico

- En el año 2.016 la minería (sin petróleo) fue el sector con el segundo mayor crecimiento del país (PIB 4,7%) y aportó el 28% de las exportaciones. («Producto Interno Bruto -PIB- IV trimestre 2016 y Total 2016», 2016)
- El peso colombiano en el año 2.015 llegó a ubicarse como la cuarta moneda más depreciada del mundo, con una devaluación del 12,5%.
- Aumento de participación del coque en las exportaciones: Colombia extrajo en el año 2.017, un monto de 5 millones de toneladas de carbón.
- El mercado del carbón metalúrgico y sus subproductos está en crecimiento, según se ve en el aumento de participación de las exportaciones y su contribución en el PIB.

Entorno social

- Uso de tecnologías limpias para la conversión y uso del carbón
- Implementación de procesos de coquización con recuperación de subproductos y de calor.
- Automatización de procesos.

Entorno Ambiental

- En junio de 2.016 la Cámara de Representantes de Colombia aprobó la Ley que ratifica el compromiso con el Acuerdo de París sobre cambio climático, en el cual Colombia debe reducir las emisiones de CO₂ en un 20% antes del año 2.030.
- Normas Ambientales:
 - Exigencia de licencias ambientales, Ley 99 de 1.993
 - Plan de manejo ambiental CAR versión N° 3 del 2.017
 - Resolución 2254 del 1 de noviembre del 2.017 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible.

IAEP

En este capítulo se plantearon y analizaron las estrategias nacionales y sectoriales relacionadas con el sector del coque y el carbón. Con base en dichas estrategias, se identificaron las oportunidades y amenazas para el desarrollo de la línea de producción y comercialización de coque, se describió la razón de ser del proyecto, su justificación y se alineó a los objetivos estratégicos de la empresa PETROLOGY S.A.S., para establecer el aporte del proyecto a esta.

Exigencia por Cumplir

Utilizar una tecnología más avanzada a la de colmena en el proceso de coquización que permita una reducción de las emisiones de gases y material particulado contaminante.

Problema por Resolver

La empresa PETROLOGY S.A.S., solo cuenta con una fuente de ingreso producto de la comercialización del carbón. La empresa ha establecido que debe incursionar en otros mercados o realizar una estrategia comercial que le permita diversificar y aumentar sus fuentes de ingreso.

FORMULACIÓN DEL PROYECTO

En la formulación del proyecto se desarrolló el estudio de mercado, técnico, ambiental, administrativo y de costos y beneficios, financiero y de financiación.

Estudio de mercado

En este estudio se realizó la evaluación de la oferta, la demanda, los clientes potenciales y los competidores. De lo anterior se pudo concluir:

- Existe una demanda importante de coque de diferentes especificaciones de calidad.
- Existe una gran demanda para el coque que cumpla con las especificaciones de calidad exigidas por los clientes.
- Dadas las condiciones del mercado, es un buen momento para invertir en una línea de producción de coque.
- Existe un mercado de aproximadamente 18.200 toneladas/mes de coque.
- El perfil del cliente al que va dirigido el proyecto, es el de las empresas productoras de coque que buscan completar sus pedidos internacionales.

Estudio técnico

Este estudio se realizó para determinar el tamaño y capacidad de la línea de producción y comercialización de coque, establecer la localización del proyecto e identificar las necesidades ingenieriles que requiere este.

- Los carbones que se utilizarán para el proceso de coquización (carbones bajos, medio y altos volátiles), serán de similar clasificación a la competencia.
- Se utilizarán dos etapas de reducción de tamaño de partícula (molienda y pulverización), para ajustar la granulometría adecuada para el proceso de coquización.
- El predio que se utilizará para el proyecto pertenece a la empresa PETROLOGY S.A.S.; se encuentra en una buena ubicación ya que está en la zona industrial del municipio de Cucunubá, favoreciendo la obtención de los respectivos

permisos ambientales y municipales, está cerca al área de obtención de la materia prima requerida y a los posibles clientes.

- Se utilizarán hornos tipo solera para el proceso de coquización, dada su productividad mejorada a los de colmena y su reducción en la emisión de gases contaminantes durante el proceso.
- Se seguirá manteniendo el sistema de organización jerárquica actual utilizada por la empresa PETROLOGY S.A.S.

Estudio ambiental

En el estudio ambiental se determinaron los materiales y recursos que se van a utilizar en el proyecto, las fuentes de donde provienen y cómo se van a gestionar dichos recursos dentro del marco legal.

Se observa que el mayor impacto del proyecto se ve con los cambios en la calidad del aire, este impacto se da durante la construcción y la operación del proyecto.

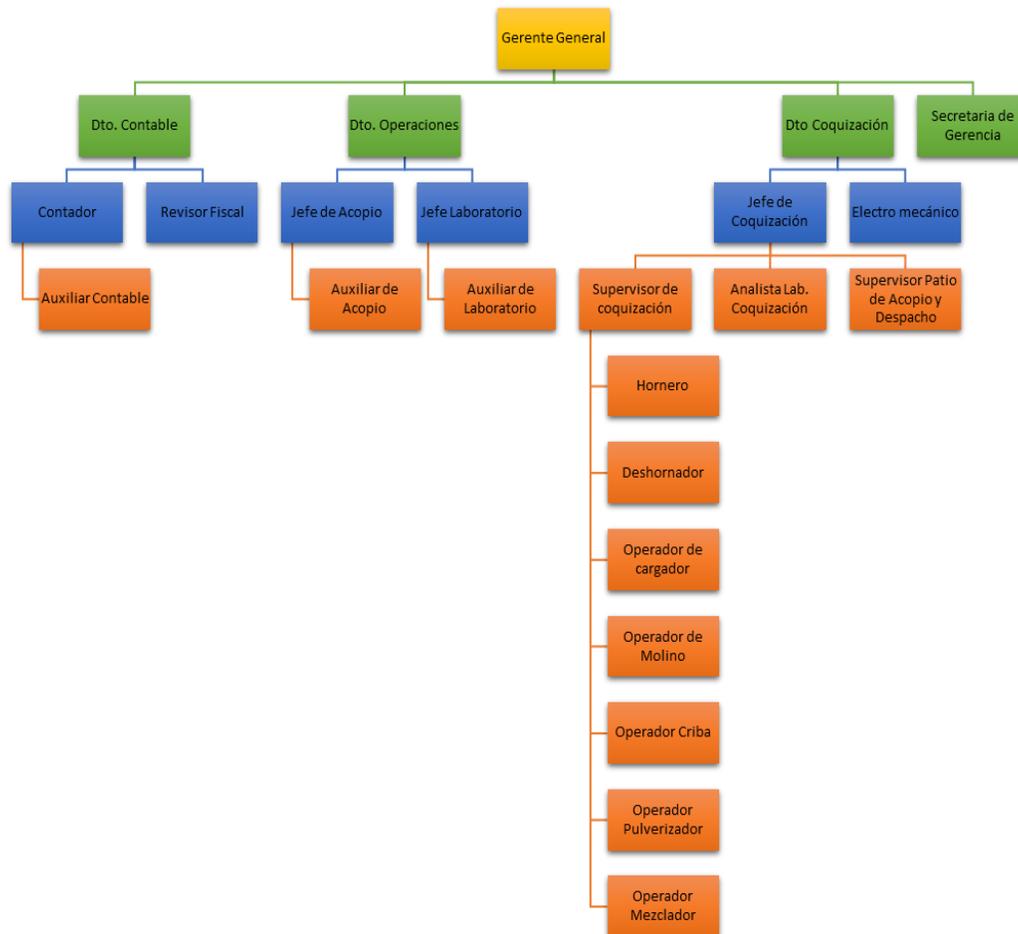
El proyecto tiene un impacto positivo en la generación de empleo en la región y ayuda a desarrollar el comercio de las zonas aledañas al mismo. Esto se convierte en una herramienta importante para obtener el apoyo de la comunidad.

Los mayores impactos se dan en la etapa de ejecución, por esta razón se debe prestar una mayor atención en esta etapa del proyecto.

Estudio administrativo

Este estudio contiene el desarrollo de los procesos administrativos de Planeación, Organización, Integración, Dirección y Control, para el montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S. La estructura organizacional seleccionada se muestra a continuación:

Figura 1 Nueva Organización Jerárquica PETROLOGY S.A.S.



Fuente: Los Autores

EVALUACIÓN FINANCIERA

En esta evaluación se valoró si la alternativa seleccionada para la financiación del proyecto es la adecuada, se calcularon los parámetros financieros VPN y TIR de los flujos de caja para evaluar si el proyecto es viable y da valor a la empresa PETROLOGY S.A.S. De esta evaluación se pudo concluir:

- Analizando estos criterios de la evaluación financiera según los resultados obtenidos en los diferentes escenarios, se observa que el VPN es superior a 0 y la TIR mayor que la WACC (Costo Promedio Ponderado del Capital), lo que indica que el proyecto agrega valor y es viable para ejecutar.
- Para el caso en el que el proyecto es financiado, el rendimiento del proyecto con las condiciones descritas es muy atractivo para el inversionista, ya que la TIR le da un retorno bastante alto. Para el caso que el proyecto no cuente con

financiación la TIR está dando el 37%, valor superior al 10% que es el porcentaje de retorno que actualmente tiene la empresa, por lo que el proyecto sigue siendo atractivo desde este punto de vista financiero.

- En el análisis de sensibilidad, se muestra como a pesar de aumentar el precio de la materia prima y reducir el precio de venta del coque durante el horizonte de planeación el proyecto sigue generando valor y siendo económicamente viable.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en los parámetros de evaluación financiera, el proyecto con o sin financiación es viable, agrega valor a la empresa y es atractivo para PETROLOGY S.A.S.

1. PERFIL ACTUAL DEL PROYECTO

En la actualidad la empresa PETROLOGY S.A.S., es una empresa dedicada a la comercialización de carbón, ubicada en el municipio de Ubaté. La empresa ha encontrado un mercado potencial en la comercialización y producción de coque. El proyecto que se va a desarrollar es la construcción de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

1.1 IDENTIFICACIÓN DEL PROYECTO

1.1.1 Nombre del Proyecto

Montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

1.1.2 Código o “Alias”

PETROLOGY S.A.S.

1.2 PROPÓSITO DEL PROYECTO

Mejorar el nivel de competitividad de la empresa PETROLOGY S.A.S. mediante el montaje de una línea de producción y comercialización de coque que le permita a la compañía diversificar sus fuentes de ingreso y de esta forma disminuir la dependencia de un solo producto.

1.3 OBJETIVOS GERENCIALES PARA EL PROYECTO

1.3.1 Objetivo general:

Establecer si la línea de producción y comercialización de coque va permitir generar a la empresa PETROLOGY S.A.S. un ingreso adicional que esté en el mismo nivel o superior a la rentabilidad actual que tiene la empresa por su actividad económica.

1.3.2 Objetivos específicos

Determinar la viabilidad financiera del montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

Desarrollar el estudio de prefactibilidad, acorde al plan de gerencia desarrollado, con el fin de hacer seguimiento y control. De esta forma realizar el trabajo con calidad.

Producir coque siderúrgico utilizando una tecnología de hornos de coquización que mejore los tiempos de resiliencia, reduzca la emisión de gases contaminantes a la atmosfera y aumente la productividad del proceso.

Fomentar un cambio en la tecnología de los hornos que mayormente se utilizan en la fabricación de coque siderúrgico (hornos colmena).

1.4 ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO (*PROJECT CHARTER*)

El acta de constitución del proyecto es el documento donde la organización se compromete formalmente con el proyecto, de la misma manera en este documento se nombra al gerente de proyecto y se define su autoridad dentro del equipo de trabajo.

En este *chárter* se establece la autorización explícita del inicio del proyecto, la alineación estratégica que este tiene con los objetivos organizacionales de la empresa PETROLOGY S.A.S., el gerente de proyecto designado y los criterios de éxito.

ACTA DE CONSTITUCIÓN DEL PROYECTO

1 de junio de 2.018

NOMBRE DEL PROYECTO

Montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO:

La empresa PETROLOGY S.A.S. está en busca de mejorar los niveles de competitividad y aumentar sus fuentes de ingreso, para eliminar la dependencia de un solo producto. Es decir que las actividades económicas de la empresa no dependan solamente de la comercialización de carbón, sino que se compartan

con la producción y comercialización de coque. En el mercado actual, existe una oportunidad para la producción y comercialización de coque en el interior del país.

AUTORIZACIÓN

Con el fin de definir la viabilidad del proyecto de la creación de una nueva línea de negocio, la empresa PETROLOGY S.A.S. aprueba desarrollar el estudio de prefactibilidad para el montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

GERENTE DE PROYECTO

Para dirigir el proyecto se designa al ING. GERMÁN DARÍO ALARCÓN GAITÁN, a quien se otorga la autoridad necesaria para desarrollar el proyecto, establecer el cronograma, realizar el seguimiento y tomar las medidas correctivas que considere necesarias para el éxito del mismo.

Dentro del equipo de trabajo contara con el apoyo de los ingenieros Jorge Andrés Alfonso Rodríguez y María Helena Guzmán Gómez.

DEFINICIÓN DEL PRODUCTO:

El estudio de prefactibilidad debe contener, análisis y revisión estratégica, planteamiento del proyecto, alineación estratégica, libro de gerencia, estudio de mercado, estudio técnico, estudio ambiental, estudio administrativo, estudio de costos y beneficios, financiación y evaluación financiera.

CRITERIOS DE ÉXITO

El proyecto será exitoso, cuando se entregue la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S, acorde a los requerimientos presentados en este informe y con las especificaciones determinadas.

APROBACIÓN:

PATROCINADOR (SPONSOR)	FIRMA
Germán Darío Alarcón Gaitán	

1.5 ANÁLISIS DE LAS PARTES INTERESADAS (*STAKEHOLDERS*)

Los *stakeholders* son las personas, grupos u organizaciones interesadas en el proyecto, es decir el individuo, individuos u organizaciones que están involucrados directamente en el proyecto, que pueden verse afectados positiva o negativamente durante el desarrollo del proyecto, o se perciban cómo afectados por el resultado del mismo o por alguna de sus fases, y que a su vez podrían ejercer algún cambio en este. Por lo anterior es necesario analizar y tomar medidas con el fin de evitar inconvenientes en el desarrollo del proyecto. («Gestión de Interesados en los Proyectos», 2013)

Primero se identifican a todos los posibles *stakeholders*, luego se clasifica el impacto potencial que cada *stakeholder* pueda generar y finalmente se evalúan las actitudes y posibles reacciones de los *stakeholders* en las diferentes situaciones.

En la Tabla 1 Principales *Stakeholders* Identificados para el Proyecto, se presentan los principales *stakeholders* identificados:

Tabla 1 Principales Stakeholders Identificados para el Proyecto

ID	Stakeholder	Clase	Necesidad	Expectativa	Deseo	Descripción
S-01	Equipo de Gerencia de Trabajo de Grado	Interno	Fortalecer y aplicar los conocimientos para el desarrollo en gerencia de proyectos para el desarrollo del Trabajo de Grado	Se desarrolle el proyecto	Desarrollo del estudio a nivel de factibilidad y ejecución de la línea de producción	Encargados de construir los entregables y sustentar el estudio de prefactibilidad
S-02	Gerente del Proyecto	Interno	Fortalecer y aplicar los conocimientos para el desarrollo en gerencia de proyectos para el correcto proceso gerencial del proyecto	Se desarrolle el proyecto	Desarrollo del estudio a nivel de factibilidad y ejecución de la línea de producción	Encargado de la gerencia
S-03	Ministerio de Minas y Energía	Externo	N/A	Que el proyecto favorezca la creación de nuevos procesos industriales minero-energéticos	Si el proyecto se lleva a ejecución, se desarrolle en los lineamientos de cuidado del medio ambiente, responsabilidad social y que utilice minería legal.	Asegurar la ejecución de proyectos minero-energéticos
S-04	Unidad de Planeación Minero Energética UPME	Externo	Que contribuya en la generación de proyectos minero-energéticos	Creación de nuevos proyectos industriales que contribuyan al desarrollo de la región	Que el proyecto esté enmarcado en el cuidado del medio ambiente y desarrollo sostenible	Planeación integral del sector minero energético
S-05	Gerente General PETROLOGY S.A.S.	Externo	Evaluar el montaje de la línea de producción a través de un estudio de prefactibilidad	Que el resultado del estudio de prefactibilidad sea positivo y permita llevar el proyecto a nivel de ejecución	Que el proyecto se desarrolle y opere generando ingresos nuevos e importantes para PETROLOGY S.A.S.	Persona encargada por parte de PETROLOGY S.A.S. para seguimiento del trabajo de grado
S-06	Agencia Nacional de Minería	Externo	Que los proyectos que involucran minerales estén soportados con minería legal	Que se genere recursos nuevos a través de pago de regalías	Que el proyecto esté enmarcado en el cuidado del medio ambiente y desarrollo sostenible y emplee minería legal	Administrar los recursos minerales del Estado y conceder derechos para su exploración y explotación

ID	Stakeholder	Clase	Necesidad	Expectativa	Deseo	Descripción
S-07	Ministerio del Medio Ambiente	Externo	Todos los proyectos que se ejecuten deben estar sujetos a la normatividad ambiental vigente	Recibir el apoyo por parte de esta entidad en el desarrollo del plan de manejo ambiental	Que si el proyecto se ejecuta emplee tecnologías limpias que favorezcan el cuidado del medio ambiente	Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural con el fin de mejorar la calidad ambiental
S-08	Proveedores de carbón PETROLOGY S.A.S.	Externo	Continuidad en la compra de carbón	Creación de una nueva línea de negocio en la empresa PETROLOGY S.A.S. que garantice la compra permanente de su carbón	Que con la operación del proyecto se garantice una continuidad de compra de carbón, sin interesar los cambios del mercado internacional del carbón	Personas interesadas en continuar con el suministro de carbón a PETROLOGY S.A.S.
S-09	Clientes potenciales nueva línea PETROLOGY. S.A.S.	Externo	Contribuir en el volumen de coque requerido para cumplir con los requerimientos de sus clientes internacionales	Que contribuyan en el desarrollo del proyecto, siendo futuros clientes fieles a PETROLOGY S.A.S.	Que el proyecto se desarrolle y ejecute satisfactoriamente de manera que se tenga un nuevo proveedor de coque de excelente calidad	Interesados en la línea de producción de coque de PETROLOGY S.A.S.
S-10	Empresas competidoras PETROLOGY S.A.S. (línea de producción coque)	Externo	Aumentar los volúmenes de producción de coque	Que vean la nueva línea de negocio de PETROLOGY S.A.S. como un pilar más de desarrollo de la economía del sector	Que si el proyecto se desarrolla no se afecten sus volúmenes de participación en el mercado y las exigencias de calidad actuales	Organizaciones existentes cuyo propósito organizacional sea similar a la nueva línea de producción de coque
S-11	Vecinos circundantes al proyecto	Externo	Que el proyecto cuente con una licencia ambiental	Que no se obstaculicen las vías aledañas al proyecto, que exista trabajo para los habitantes de la comunidad cercana al proyecto y que no haya contaminación en los alrededores.	Que, si el proyecto se desarrolla cumpla con la reglamentación establecida, realice los monitoreos respectivos y ejecute los programas de mitigación	Personas que se pueden ver afectadas positivamente o negativamente por la nueva línea de producción de coque
S-12	CAR	Externo	Que el proyecto cuente con una licencia ambiental	Recibir el apoyo por parte de esta entidad en el desarrollo del plan de manejo ambiental	Que si el proyecto se ejecuta emplee tecnologías limpias que favorezcan el cuidado del medio ambiente y lleve a cabo el plan de manejo ambiental	Entidad Gubernamental encargada de la gestión ambiental en la región.

Fuente: Los Autores

Una vez identificados los *stakeholders*, se clasifican, para priorizar cada uno de sus potenciales impactos. En la clasificación de los *stakeholders* se evalúa el nivel de autoridad, como influyen en el proyecto (poder) y su compromiso frente a este (interés). Se asigna el poder, el interés, la influencia y el impacto. La ponderación se realiza con una escala de (0) a (5), en donde (0) corresponde a la menor importancia y (5) a la mayor importancia.

En la Tabla 2 Calificación *Stakeholders* del Proyecto, se presenta la matriz de Poder/Interés. El Poder se encuentra dividido en dos aspectos: influencia y control, para los cuales se asigna un porcentaje de 60% en influencia y 40 % en control. El Interés se encuentra ponderado según aspectos académico (40%), económico (30%), técnico (10%) y social (20%).

Tabla 2 Calificación *Stakeholders* del Proyecto

ID	PODER			INTERÉS					P+I
	Influencia	Control	P	Académico	Económico	Técnico	Social	I	
	60%	40%		40%	30%	10%	20%		
S-01	4.5	4.5	4.5	5	2	5	5	4.1	8.6
S-02	5	4	4.6	5	2	5	5	4.1	8.7
S-03	3	1	2.2	1	4	4	4	2.8	5.0
S-04	3	1	2.2	1	4	4	4	2.8	5.0
S-05	5	3	4.2	1	5	5	4	3.2	7.4
S-06	3	1	2.2	1	4	4	5	3.0	5.2
S-07	3	1	2.2	1	4	4	5	3.0	5.2
S-08	3	1	2.2	0	5	2	3	2.3	4.5
S-09	4	1	2.8	2	5	5	3	3.4	6.2
S-10	4	1	2.8	0	3	4	2	1.7	4.5
S-11	4	1	2.8	0	4	3	5	2.5	5.3
S-12	5	1	3.4	0	3	5	5	2.4	5.8

Fuente: Los Autores

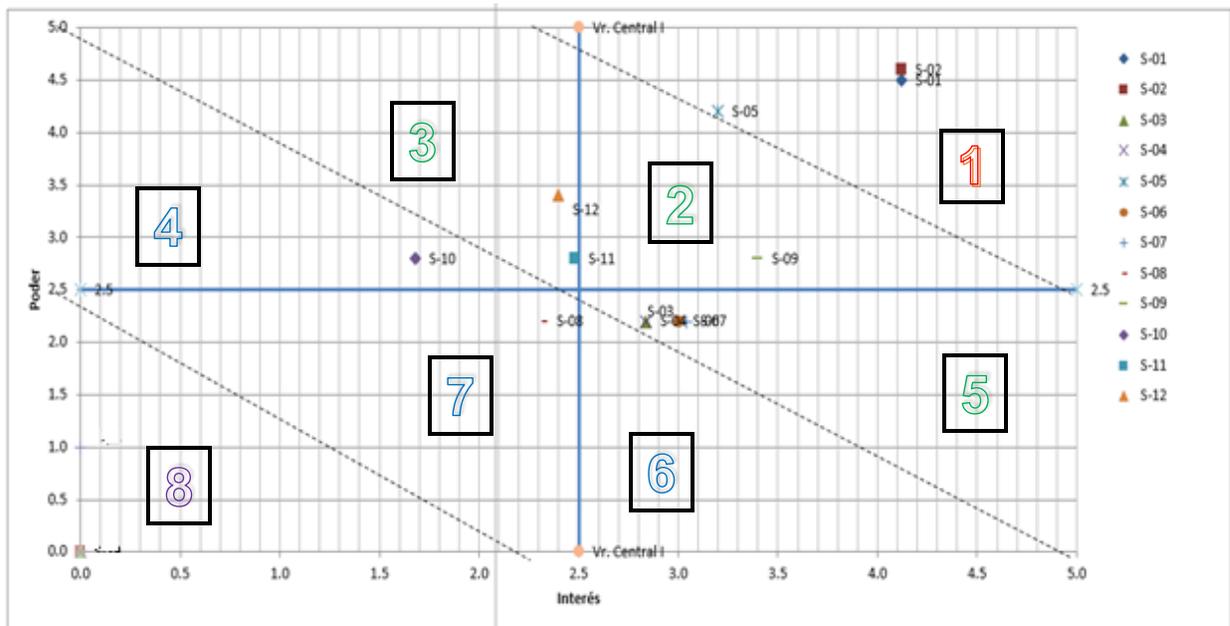
Con base a la clasificación cuantitativa realizada en la Tabla 2 Calificación *Stakeholders* del Proyecto, se elabora la gráfica de la Figura 2 Gráfica de Poder-Interés para Clasificar los *Stakeholders* -, que permite establecer de forma fácil y didáctica la prioridad de atención de los interesados, a través de los 4 cuadrantes

donde se pueden ubicar los interesados, de manera que se logre determinar fácilmente su prioridad y la estrategia a seguir con los mismos, considerando los siguientes rangos:

- | | | | | |
|--------------|--------------|-------------------|--|----------------------|
| Cuadrante 1: | Prioridad 1: | $7.5 < P+I$ |  | Manejar de Cerca |
| | Prioridad 2: | $5.0 < P+I < 7.5$ |  | Manejar de Cerca |
| Cuadrante 2: | Prioridad 3: | $5.0 < P+I < 7.5$ |  | Mantener Satisfechos |
| | Prioridad 4: | $2.5 < P+I < 5.0$ |  | Mantener Satisfechos |
| Cuadrante 3: | Prioridad 5: | $5.0 < P+I < 7.5$ |  | Mantener Informados |
| | Prioridad 6: | $2.5 < P+I < 5.0$ |  | Mantener Informados |
| Cuadrante 4: | Prioridad 7: | $2.5 < P+I < 5.0$ |  | Hacer Seguimiento |
| | Prioridad 8: | $0.0 < P+I < 2.5$ |  | Hacer Seguimiento |

P+I: Poder más Interés

Figura 2 Gráfica Poder-Interés para Clasificar los Stakeholders



Fuente: Los Autores y GFP Notas de Clase 2017 Germán Gutiérrez Pacheco

Los principales interesados identificados del proyecto, quedaron clasificados de la siguiente manera:

Prioridad 1- Alto poder + Alto interés: Dentro de esta clasificación se encuentran los *Stakeholders*, cuyo valor de Poder + Interés es superior a 7.5 y cuya estrategia sugerida es manejar de cerca. En la Tabla 3 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 1, se relacionan los *Stakeholders* categorizados dentro de la prioridad 1, los cuales se deben manejar de cerca.

Tabla 3 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 1

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-01	1	8.6	MANEJAR DE CERCA
S-02	1	8.7	MANEJAR DE CERCA

Fuente: Los Autores

Prioridad 2- Alto poder + Alto Interés: *Stakeholders* cuyo valor de Poder + Interés se encuentra entre 5.0 y 7.5. La estrategia sugerida para este caso es manejar de cerca pero no les resta importancia por lo que hay que estar muy pendiente de ellos. En la Tabla 4 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 2, se relacionan los *Stakeholders* categorizados dentro de la prioridad 2.

Tabla 4 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 2

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-5	2	7.4	MANEJAR DE CERCA
S-9	2	6.2	MANEJAR DE CERCA

Fuente: Los Autores

Prioridad 3- Alto Poder + Bajo Interés: *Stakeholders* cuyo valor se encuentra entre 5.0 y 7.5. La estrategia sugerida para estos *Stakeholders* es mantener satisfechos; esto quiere decir, que sus requerimientos deben ser cumplidos en su totalidad. En la Tabla 5 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 3, se relacionan los *Stakeholders* categorizados dentro de la prioridad 3.

Tabla 5 *Stakeholders* Poder Interés Prioridad 3

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-11	3	5.3	MANTENER SATISFECHO
S-12	3	5.8	MANTENER SATISFECHO

Fuente: Los Autores

Prioridad 4- Alto Poder + Bajo Interés: *Stakeholders* cuyo valor se encuentra entre 2.5 y 5.0. La estrategia sugerida para este grupo es mantener satisfechos debido a su Alto Poder, se recomienda emplear la misma estrategia genérica de la

prioridad 3. En la Tabla 6 *Stakeholders Poder Interés Prioridad 4*, se relaciona el *Stakeholder* categorizado en esta prioridad 4.

Tabla 6 *Stakeholders Poder Interés Prioridad 4*

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-10	4	4.5	MANTENER SATISFECHO

Fuente: Los Autores

Prioridad 5- Bajo Poder + Alto Interés: *Stakeholders* cuyo valor se encuentra entre 5.0 y 7.5. La estrategia sugerida es mantener informados debido a su alto Interés. En la Tabla 7 *Stakeholder Poder Interés Prioridad 5*, se relacionan los *Stakeholders* categorizados dentro de la prioridad 5.

Tabla 7 *Stakeholder Poder Interés Prioridad 5*

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-3	5	5.0	MANTENER INFORMADO
S-4	5	5.0	MANTENER INFORMADO
S-6	5	5.2	MANTENER INFORMADO
S-7	5	5.2	MANTENER INFORMADO

Fuente: Los Autores

Prioridad 7- Bajo poder + Bajo Interés: *Stakeholders* cuyo valor se encuentra entre 2.5 y 5. La estrategia sugerida para este caso es hacer seguimiento. En la Tabla 8 *Stakeholders Poder Interés Prioridad 7*, se relaciona el *Stakeholder* categorizados en esta prioridad.

Tabla 8 *Stakeholders Poder Interés Prioridad 7*

ID	PRIORIDAD	PODER + INTERÉS	ESTRATEGIA GENÉRICA
S-8	7	4.5	HACER SEGUIMIENTO

Fuente: Los Autores

Dentro de la prioridad 6- Bajo Poder + Ato Interés: *Stakeholders* cuyo valor se encuentra entre 2.5 y 5.0 y **la prioridad 8- Bajo Poder + Bajo Interés** cuyo valor se encuentra entre 0.0 y 2.5, no se encuentra clasificado ningún *Stakeholders*.

Finalmente se evalúa la forma como podrían reaccionar los *stakeholders* claves en las diferentes situaciones, con el fin de planear la forma de influir en ellos para su apoyo o mitigar los potenciales impactos negativos.

En la Tabla 9 Estrategias Específicas de los *Stakeholders*, se muestran las estrategias específicas para cada interesado, su clase y la actitud actual y esperada frente al proyecto.

Tabla 9 Estrategias Específicas de los Stakeholders

ID	STAKEHOLDERS	CLASE	PARTICIPACIÓN		ESTRATEGIA ESPECÍFICA
			ACTUAL	DESEADA	
S-01	Equipo de Gerencia de Trabajo de Grado	Interno	Soportador	Soportador	Mantener buenas relaciones enmarcadas en el respeto y una buena comunicación.
S-02	Gerente del Proyecto	Interno	Soportador	Soportador	Ejecutar la gerencia del proyecto y realizar algunos de los entregables. Interesado en el éxito del proyecto por lo que debe mantener el control del alcance, tiempo y costo del proyecto.
S-03	Ministerio de Minas y Energía	Externo	Partidario	Soportador	Conocer y mantener actualizados los estándares e indicadores emitidos por la entidad.
S-04	Unidad de Planeación Minero Energética UPME	Externo	Desconocedor	Neutral	Conocer y mantener actualizados los estándares e indicadores emitidos por la entidad.
S-05	Gerente General PETROLOGY S.A.S.	Externo	Desconocedor	Neutral	Mantener informado del avance del estudio de prefactibilidad y la fecha de entrega del mismo.
S-06	Agencia Nacional de Minería	Externo	Desconocedor	Partidario	Conocer y mantener actualizados los estándares, indicadores y requerimientos emitidos por la entidad.
S-07	Ministerio del Medio Ambiente	Externo	Desconocedor	Partidario	Revisar y mantener la normatividad medioambiental vigente, consultar las variables ambientales que puedan afectar el proyecto.
S-08	Proveedores de carbón PETROLOGY S.A.S.	Externo	Desconocedor	Partidario	Conocer las expectativas de requerimientos de carbón para el proyecto.
S-09	Clientes potenciales nueva línea PETROLOGY. S.A.S.	Externo	Desconocedor	Partidario	Conocer y actualizar los requerimientos de coque por parte de las empresas consumidoras y posibles clientes de la línea de producción de coque de PETROLOGY S.A.S.
S-10	Empresas competidoras PETROLOGY S.A.S. (Línea de producción coque)	Externo	Desconocedor	Desconocedor	Mantener actualizados los cambios de negocio de las líneas de producción de coque, cambios de tecnología, calidad y precios.
S-11	Vecinos circundantes al proyecto	Externo	Desconocedor	Partidario	Conocer, documentar y actualizar los requerimientos, expectativas y necesidades de los vecinos interesados y afectados por el proyecto.
S-12	CAR	Externo	Desconocedor	Partidario	Conocer y actualizar los lineamientos y cambios en la normatividad ambiental que está relacionada o involucra al proyecto.

Fuente: Los Autores

1.6 REQUERIMIENTOS PRIORIZADOS DE LOS *STAKEHOLDERS*

Los requerimientos incluyen las necesidades y expectativas, cuantificadas y documentadas de los *stakeholders*.

De acuerdo a los *stakeholders* analizados se presenta los requerimientos identificados para cada uno, mostrando los más relevantes.

En la Tabla 10 Requerimientos del Negocio, se definen los requerimientos más importantes del negocio del proyecto, que son la razón de ser del mismo, exigidos por los *stakeholders* con mayor poder e interés.

Tabla 10 Requerimientos del Negocio

REQUERIMIENTOS DEL NEGOCIO		
ID REQ.	REQUERIMIENTO	STAKEHOLDER SOLICITANTE
REN 1	Montar una línea de producción y comercialización de coque en el municipio de Cucunubá.	Gerencia general PETROLOGY S.A.S.
REN 2	Generar un nuevo ingreso por la venta de coque y eliminar la dependencia de las ventas a un solo producto.	Gerencia general PETROLOGY S.A.S.
REN 3	Aumentar la competitividad de la empresa.	Gerencia general PETROLOGY S.A.S.

Fuente: Los Autores

En la Tabla 11 Requerimientos de Gerencia, se definen los requerimientos más importantes de gerencia del proyecto, que son las condiciones y restricciones, exigidas por los *stakeholders* con mayor poder e interés.

Tabla 11 Requerimientos de Gerencia

REQUERIMIENTOS DE GERENCIA			
ID REQ.	REQUERIMIENTO	STAKEHOLDER SOLICITANTE	P+I
RGE 1	Cumplir con el alcance, tiempo y costo definido para el proyecto.	Equipo de gerencia trabajo de grado Gerente general PETROLOGY S.A.S.	16
RGE 2	Llevar a cabo los 5 grupos de procesos gerenciales recomendados por el PMI (iniciación, planeación, ejecución, monitoreo y control y cierre), en cada fase del proyecto.	Equipo de gerencia trabajo de grado Gerente general PETROLOGY S.A.S.	16
RGE 3	Elaborar y controlar el presupuesto concretado para el proyecto.	Equipo de gerencia trabajo de grado Gerente general PETROLOGY S.A.S.	16
RGE 4	El proyecto debe ser desarrollado bajo estándares de calidad según los requerimientos de la Agencia Nacional de Minería y de la CAR.	Equipo de gerencia trabajo de grado Gerente general PETROLOGY S.A.S.	16

Fuente: Los Autores

Siguiendo con la línea de los *stakeholders* destacados y sus requerimientos, se describen en la Tabla 12 Requerimientos Funcionales, los requerimientos funcionales, que son aquellos relacionados con el comportamiento del producto del proyecto.

Tabla 12 Requerimientos Funcionales

REQUERIMIENTOS FUNCIONALES			
ID REQ.	REQUERIMIENTO	STAKEHOLDER SOLICITANTE	P+I
RFU 1	Realizar la entrega al gerente del proyecto del perfil, la laep, la formulación (estudio de mercado, técnico, ambiental, administrativo, costos y beneficios, financiamiento) y la evaluación financiera del estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S.	7.4
RFU 2	La planta de producción y comercialización de coque esté en la capacidad de producir la cantidad de coque indicada en el estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S.	7.4
RFU 3	Las máquinas y herramientas necesarias para la producción de coque tengan los rendimientos que fueron descritos en el estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S. Equipo de gerencia de trabajo del proyecto	16
RFU 4	Los tiempos de producción de coque deben ser los estimados en el estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S. Equipo de gerencia de trabajo del proyecto	16
RFU 5	La calidad del coque debe tener las propiedades descritas en el estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S. Equipo de gerencia de trabajo del proyecto	16
RFU 6	Las emisiones producidas en el proceso de producción de coque deben ajustarse a las emisiones legales permitidas, descritas en detalle en el estudio ambiental del estudio de prefactibilidad.	Gerente general PETROLOGY S.A.S. Ministerio de Medio Ambiente	12.6

Fuente: Los Autores

En la Tabla 13 Requerimientos No Funcionales, se presentan los requerimientos no funcionales, que son aquellos relacionados con los atributos o cualidades del producto del proyecto.

Tabla 13 Requerimientos No Funcionales

REQUERIMIENTOS NO FUNCIONALES		
ID REQ.	REQUERIMIENTO	STAKEHOLDER SOLICITANTE
RNF 1	La línea de producción debe ubicarse cerca a las empresas consumidoras de coque	Empresas exportadoras de coque y potenciales clientes
RNF 2	La empresa PETROLOGY S.A.S. debe estar en capacidad de transportar el coque a las plantas del cliente (Costo, seguro y flete o CIF)	Empresas exportadoras de coque y potenciales clientes

Fuente: Los Autores

1.7 ENTREGABLES DEL PROYECTO

1.7.1 Producto

El producto del proyecto es el montaje de la línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

1.7.2 Subproductos:

A continuación, se relacionan cada uno de los subproductos que se entregaran.

1.7.2.1 Perfil

Se describe el nombre del proyecto, el propósito, los objetivos gerenciales, el análisis de los *stakeholders*, los requerimientos y las interacciones del proyecto con el entorno.

1.7.2.2 Identificación y Alineación Estratégica del Proyecto - IAEP -

Se realiza el análisis de alternativas para identificar posibles opciones, valorar las posibilidades de ser llevadas adecuadamente a la práctica y acordar una estrategia del proyecto, igualmente se lleva a cabo el planteamiento del proyecto y la alineación estratégica del mismo.

1.7.2.3 Formulación

Se realizan a nivel de prefactibilidad el estudio de mercado, el estudio técnico, el estudio ambiental, el estudio administrativo y el estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento.

1.7.2.4 Evaluación Financiera

Se realiza a nivel de prefactibilidad la evaluación financiera del proyecto, para saber si es viable financieramente y decidir la inversión.

1.8 PROCESOS DE PRODUCCIÓN DE LOS PRODUCTOS DEL PROYECTO (4PS)

Los procesos de producción hacen referencia a las etapas necesarias para el desarrollo del estudio de prefactibilidad. A continuación, se presenta la Tabla 14 Procesos de Producción de los Productos del Proyecto, donde se ilustran dichos procesos y de la misma forma los aspectos que se deben tener en cuenta durante la realización de estos.

Tabla 14 Procesos de Producción de los Productos del Proyecto

PROCESO DE PRODUCCIÓN					
ENTREGABLE	PERFIL	IAEP	FORMULACIÓN	EVALUACIÓN	EJECUCIÓN
ESPECIFICACIONES	Identificación del proyecto.	Revisión de las estrategias.	Estudio de mercado	Evaluación financiera	Montaje de la línea de producción y comercialización de coque de hornos ambientalmente amigables que produzcan una calidad de coque ajustada a parámetros establecidos en el estudio técnico.
	Propósito del proyecto.	Análisis estratégico.	Estudio técnico		
	Objetivos gerenciales del proyecto.	Planteamiento del proyecto.	Estudio ambiental		
	Acta de constitución del proyecto.	Alineación estratégica.	Estudio administrativo		
	Análisis de <i>Stakeholders</i> .	Implicaciones de los resultados de la IAEP.	Estudio financiero		
	Requerimientos priorizados.				
	Entregables del proyecto.				
	Procesos de producción de los productos del proyecto.				
	Interacciones del proyecto con su entorno.				

PROCESO DE PRODUCCIÓN					
ENTREGABLE	PERFIL	IAEP	FORMULACIÓN	EVALUACIÓN	EJECUCIÓN
PRUEBAS	El gerente del proyecto es el encargado de verificar que los entregables cumplan con las especificaciones para cumplir con el objetivo establecido.				Tiempo de coquización: Prueba para evaluar la calidad del coque producido. Pruebas de resistencia mecánica y reactividad para verificar la calidad del coque producido.
INTEGRACIÓN	Proceso en el cual se integran las etapas de perfil, IAEP, formulación y evaluación con el fin de seleccionar la mejor alternativa de acuerdo a la información hallada y los análisis realizados.				Línea de producción lista para operación.
ENTREGA	Informe del perfil	Informe de la IAEP	Informe de formulación	Informe evaluación	Línea de producción

Fuente: Los Autores

1.9 INTERACCIONES DEL PROYECTO CON SU ENTORNO

1.9.1 Entorno Organizacional

Dado que el proyecto se realizará para una empresa existente, se evalúan las condiciones del entorno de la misma, para tener en cuenta en la implementación de las actividades y operaciones requeridas, para la puesta en marcha de la nueva línea de producción.

1.9.1.1 Valores Éticos y Operacionales

La empresa PETROLOGY S.A.S. tiene establecidos aquellos valores sobre los cuales soporta su actividad económica y sus actividades diarias, en el formato RS-01 suministrado por ésta se encontró:

- Responsabilidad ambiental: actuamos con responsabilidad en el cuidado y preservación del medio ambiente.
- Responsabilidad social: cuidamos, respetamos y protegemos el talento humano.
- Calidad: estamos comprometidos en el cumplimiento de los estándares establecidos y en el mejoramiento continuo.

- Profesionalismo: desarrollamos nuestro trabajo de forma ordenada, idónea y con excelencia para garantizar el éxito del mismo.
- Honestidad: procuramos desarrollar nuestra labor siempre anteponiendo la verdad sobre nuestras expresiones, pensamientos y acciones.
- Trabajo en equipo: desarrollamos todas nuestras actividades con compañerismo, humildad y disponibilidad para el éxito de las mismas.
- Eficacia: realizamos y efectuamos nuestras labores de forma que cumplamos con los objetivos establecidos.

1.9.1.2 Cultura de la Organización

La empresa PETROLOGY S.A.S. desde su fundación ha fomentado una cultura organizacional, para atender a sus clientes y proveedores, teniendo en cuenta entre otras las siguientes normas y hábitos, las cuales deben ser respetadas ante las situaciones que se generen:

- Transmitir un sentimiento de identidad a los miembros de la empresa, para brindarles asesoría sobre los comportamientos esperados.
- Fomentar el compromiso con los valores de la empresa.
- Establecer normas de comportamiento deseables y alejar las no deseables
- Ofrecer incentivos cuando se presente una mayor efectividad y productividad.
- Comprometerse a mantener el área de trabajo de la mejor manera posible.
- Reconocimiento en público por los logros cumplidos, mediante un certificado expedido por la Gerencia.

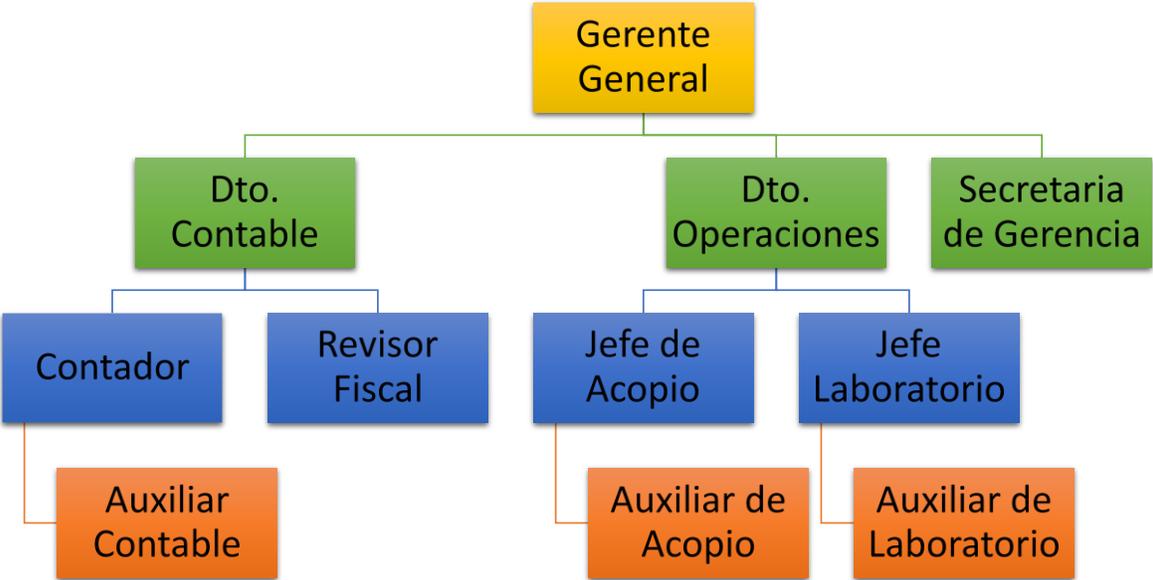
1.9.1.3 Estructura de la Organización

En esta sección se indica la estructura actual que utiliza la empresa PETROLOGY S.A.S. para establecer su orden jerárquico y definir los conductos regulares y operacionales de su actividad económica.

Actualmente la empresa PETROLOGY S.A.S. presenta una estructura organizacional jerárquica funcional tal como se muestra en la Figura 3 Estructura Organizacional Actual de la empresa PETROLOGY S.A.S. Al desarrollar el proyecto

la empresa deberá actualizar su estructura organizacional dado la inclusión de un nuevo departamento y la asignación de nuevas responsabilidades y dependencias.

Figura 3 Estructura Organizacional Actual de la empresa PETROLOGY S.A.S.



Fuente: PETROLOGY S.A.S

1.9.2 Entorno P.E.S.T.A.

El entorno PESTA es una recopilación de los aspectos relevantes del sector donde va a operar el proyecto. Este análisis se centra en 5 áreas específicas que pueden afectar al proyecto de forma positiva o negativa. Estas áreas son: Político, económico, social, técnico y ambiental.

Acorde a lo anterior, se presenta en detalle la información encontrada para cada uno de los entornos.

1.9.2.1 Entorno Político

Respecto al entorno político, se encontró la información que evidencia la oportunidad que se presenta por una posible sobre oferta de carbón en Colombia, así como la incertidumbre que se tiene frente a algunas políticas gubernamentales que no están definidas completamente en el momento de la realización de este trabajo.

En lo que ha transcurrido del nuevo gobierno, el Ministerio de Hacienda está impulsando en el Congreso de la República una Ley de financiamiento, donde se crean nuevos impuestos, por lo que el proyecto se puede ver afectado frente al posible cobro del IVA al carbón y el transporte de carga terrestre.

De igual manera pueden influir los lineamientos que se tomen de la Resolución 909/08 sobre emisiones en el aire de las plantas coquizadoras, en las mesas técnicas ambientales que se están adelantando por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y el Ministerio de Minas y Energía, en las cuales la UPME ha presentado los beneficios tributarios que se generan como consecuencia de buenas prácticas en emisiones y el Ministerio de Minas y Energía, su colaboración para definir la nueva normatividad.

Las siguientes leyes conforman el principal marco normativo que soportan el proyecto:

- Implementación del acuerdo de paz: analizar la actividad extractiva especialmente la minería y sus implicaciones en la construcción de paz.
- Políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios. Resolución CREG 015 del 2.018 de la comisión de regulación de energía y gas: ajustes al esquema del cargo por confiabilidad, recursos con los que se les paga a los generadores de energía (termoeléctricas).
- Mercado cercano para las energías renovables, Ley 1.715 de 2.014: diversificación de la matriz eléctrica apuntándole a la inclusión de las energías renovables.
- Incertidumbre frente a nuevos lineamientos políticos en materia minera (Próximas elecciones presidenciales).
- El Gobierno Nacional a través de los Ministerios de Medio Ambiente y de Hacienda y Crédito Público estableció el impuesto nacional al carbono, el cual fue creado según el artículo 221 de la Ley 1.819 de 2.016 (Reforma Tributaria Estructural).

1.9.2.2 Entorno Económico

- En cuanto al entorno económico, de acuerdo con las nuevas medidas económicas que se encuentran en curso en el Congreso de la República con la Ley de financiamiento impulsada por el Ministerio de Hacienda, el proyecto se puede ver afectado al gravar el transporte de carga terrestre y el carbón con IVA, pues afectaría no solo los carbones que se consumen en el país, sino los que se exportan.
- En el año 2.016 la minería (sin petróleo) fue el sector con el segundo mayor crecimiento del país (PIB 4,7%) y aportó el 28% de las exportaciones. («Producto Interno Bruto -PIB- IV trimestre 2016 y Total 2016», 2016), dentro de este aporte

del PIB se encuentra el aporte generado por las exportaciones de coque, el cual es el producto que se obtendrá de la línea de producción en estudio. Esto indica que este sector es importante para la economía nacional y favorece que entidades como el Ministerio de Minas y la Agencia Nacional de Minería apoyen el emprendimiento de proyectos energéticos enmarcados en este sector.

- Aumento de la inflación: 4.09%. Viene subiendo de niveles del 1.94% a partir del año 2.013.
- La reforma tributaria del 2.016: la DIAN determinó que las regalías constituirían un gasto para las empresas del sector extractivo y autorizó su deducción, en desarrollo del artículo 116 del Estatuto Tributario, invocando una sentencia debatida de la Corte Constitucional (C-1071 de 2.003) que modificó el fundamento constitucional de las regalías. La deducción de este impuesto es un incentivo importante para la generación de nuevos proyectos minero energéticos.
- Devaluación del peso colombiano: El peso colombiano ha llegado a ubicarse como la cuarta moneda más depreciada del mundo, con una devaluación del 12,5% en lo corrido del 2.015 («Las monedas más devaluadas en Latinoamérica | Internacional | EL PAÍS», 2016). La devaluación permite que las empresas exportadoras de coque obtengan mayores recursos al hacer el cambio de moneda al peso colombianos, por consiguiente, favorece un aumento en los volúmenes de exportación de este producto.
- Aumento de participación del coque en las exportaciones: Colombia extrajo en el año 2.017, un monto de 5 millones de toneladas de carbón metalúrgico y se produjeron alrededor de 2 millones de toneladas de coque de exportación para países de Europa, América y el sudeste asiático («Coquecol produce y comercializa uno de los mejores carbones del mundo, el colombiano», 2107).
- El mercado del carbón metalúrgico y sus subproductos está en crecimiento, según se ve en el aumento de participación de las exportaciones y su contribución en el PIB. («Desempeño 2017 y perspectivas 2018 del sector minero-energético», 2018).

1.9.2.3 Entorno Social

- Paro de transportadores: En el año 2.016 se registró el paro de transporte más largo en la historia de Colombia, inició el 7 de julio y se levantó el 22 de julio, este fue un golpe directo y determinante para la inflación en Colombia, provocó que el Banco de la República subiera en 25 puntos básicos la tasa de interés de referencia, hasta 7.75%. Además, registró pérdidas para los sectores portuarios de combustibles, agropecuario, avícola, lácteo, cárnico y arrocero principalmente. Afectó la generación de recursos, empleo formal y la competitividad del país. («El paro camionero de 2016 fue el más largo de la historia | El Mundo», 2016), esto es un factor a tener en cuenta, ya que la comercialización del coque depende

directamente del transporte terrestre. Al verse afectado el transporte del producto hacia los puertos marítimos de destino (Atlántico y pacífico), no permite que se obtenga el retorno económico en los tiempos estimados y afecte toda la cadena de valor involucrada en el proceso.

- Migración: Durante los últimos 4 años y en especial 2.017 y 2.018, se ha experimentado la llegada masiva de venezolanos a Colombia, producto de la crisis del vecino país. Se calcula que alrededor de 900.000 venezolanos han entrado a Colombia de los cuales un 25% es contratado de manera formal. El restante es contratado en condiciones que están fuera de la normatividad establecida por el Ministerio de Trabajo. Muchos de estos venezolanos están llegando a las zonas mineras de Cundinamarca, Boyacá y Santander, provocando una disminución en el precio de la mano de obra no calificada. («Inmigración venezolana y sus impactos socioeconómicos», 2018). Mayor oferta laboral y por ende una reducción en el valor de la mano de obra no calificada.
- Políticas de salud y seguridad en el trabajo en el sector minero: en el nuevo reglamento adoptado por los ministerios de Minas, de Trabajo y de Salud, se establecen normas de vigilancia, inspección y controles rigurosos, que ayudan a preservar las condiciones de seguridad en los lugares de trabajo. (Decreto 1886 del 21 de septiembre de 2.015). Lo que hace que el proyecto tenga mayores costos, ya que se deben cumplir mayores estándares de HSE (Seguridad, Salud Ocupacional y Medio Ambiente).

1.9.2.4 Entorno Tecnológico

El coque es el principal combustible y agente reductor utilizado en los Altos Hornos de producción de hierro. Con la creciente demanda mundial de este material impulsada principalmente por China, las industrias dedicadas a su fabricación, buscan promover investigaciones encaminadas a aumentar la productividad de sus procesos, así como a la reducción de costos de fabricación por adquisición de materias primas y uso eficiente de las mismas.(Guerrero Tamayo, 2012)

El coque se produce a partir de mezclas de carbones con diferentes características o propiedades, disponibles a diferentes precios, lo cual convierte en un desafío industrial la fabricación de este material empleando mezclas de carbones de menor costo como es el caso de los carbones sub bituminosos o térmicos, manteniendo los principales parámetros de calidad del producto, la resistencia mecánica en frío y en caliente, la reactividad y el tamaño medio. Para lograr este objetivo se han desarrollado múltiples modelos de mezcla del carbón encaminados a hacer uso eficiente de los carbones disponibles con cierta tecnología de producción y con algunos aditivos.

Con el gran potencial de Colombia, dadas sus reservas de carbones coquizables, se están desarrollando modelos de mezcla de carbón en el ámbito nacional y trabajos importantes en la caracterización de los diversos carbones bituminosos que

se explotan habitualmente en los departamentos de Cundinamarca y Boyacá en el interior del país. Estos modelos de mezcla de carbón no han sido adoptados totalmente por las compañías colombianas productoras de coque, debido al estado primario del desarrollo de los modelos, a la necesidad de una caracterización intensiva y dispendiosa de los carbones que se emplearán en el proceso y a la baja interacción entre la industria y los centros de investigación

El proceso de coquización puede definirse como el conjunto de fenómenos físicos, químicos y fisicoquímicos responsables de la transformación de un carbón o una mezcla de carbones en el coque. La transformación del carbón al coque se lleva a cabo mediante el calentamiento del carbón, hecho que favorece el desprendimiento de ciertas moléculas de la estructura carbonosa, las cuales se convierten en sustancias plastificantes capaces de llevar el conjunto de la masa de carbón a un estado plástico, donde los distintos granos de carbón tienen la capacidad de aglomerarse. En este estado plástico que ocurre generalmente entre los 350 y 500 °C suceden simultáneamente reacciones de craqueo y aromatización. Una vez la temperatura del sistema supera la temperatura del intervalo plástico se presenta un aumento rápido en la masa molecular de los componentes del carbón, formando una red continua de enlaces químicos, en su mayoría aromáticos, dando lugar a la resolidificación. La masa de carbón, una vez resolidificada, produce lo que se denomina semicoque, que con el incremento de la temperatura encima de 850 °C y la liberación de materia volátil se consolida estructuralmente para formar finalmente el coque.

La coquización a nivel industrial se efectúa en diferentes tipos de hornos, utilizando diversas tecnologías en donde las variables que pueden modificarse son la cantidad de carbón coquizada por horno, la temperatura y el tiempo de coquización, entre otras.

Los hornos de coquización usados en la actualidad pueden tener sistemas de recirculación de energía y de recuperación de subproductos. La competencia de los fenómenos de transporte de masa y energía, así como los parámetros velocidad de calentamiento del carbón, temperatura final de la coquización y tiempo de residencia en el horno son aspectos controlados usualmente y están muy relacionados con las características finales de calidad del coque producido.

Los principales parámetros de calidad del coque (utilizado en la industria metalúrgica) están asociados con las características que este material debe poseer para ser utilizado en los Altos Hornos de producción de acero; características de combustible, agente reductor químico y soporte permeable. Así, la resistencia mecánica en frío, la reactividad y la resistencia mecánica en caliente son tres de los principales factores a controlar en la producción del coque, sin dejar de lado la composición química, el tamaño medio y la porosidad.

Los modelos de predicción de calidad del coque han sido desarrollados para llevar las mezclas de carbón a parámetros óptimos que garanticen la producción de coque con buena resistencia mecánica y/o reactividad. Estos intervalos óptimos de

reactividad de las mezclas de carbones se encuentran mediante el direccionamiento de las propiedades petrográficas, reológicas, térmicas y la composición química de cenizas hacia zonas de respuesta para la obtención del mejor coque, buscando maximizar el uso de los carbones más abundantes y de menor precio.

Los modelos de predicción de calidad del coque se pueden clasificar en dos generaciones. La primera en la cual se buscaba principalmente tener control sobre la resistencia mecánica de coque producido. La segunda (y actual) en donde además del control de resistencia mecánica, toma gran importancia la reactividad del coque cuando se carga al alto horno y su resistencia mecánica en caliente. Para los dos casos la competencia entre parámetros petrográficos y reológicos sigue siendo el eje fundamental de la construcción de los modelos.

Con el proyecto se pretende:

- Uso de tecnologías limpias para la conversión y uso del carbón: La utilización de hornos, que tienen mejores rendimientos del proceso de coquización y presentan un sistema de cámaras que provocan una poscombustión que disipa en gran medida la emisión del material particulado a la atmosfera. (Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011)
- Implementación de procesos de coquización con recuperación de subproductos y de calor.
- Automatización de procesos: Los principales desafíos en la industria minera y del coque son potenciar la competitividad y productividad, aumentar la seguridad y tener una mayor automatización de procesos. Por ello la implementación de nuevas tecnologías es importante. Así mismo favorecen una reducción de los agentes contaminantes al ambiente (gases tipo invernadero, material particulado, NOx).

1.9.2.5 Entorno Ambiental

La parte correspondiente a la normatividad ambiental en Colombia era bastante deficiente para los procesos que incluían combustibles fósiles antes del año 2016, tal como se evidencio en años anteriores con el apoyo a la generación de energía con carbón para contrarrestar la falta de energía eléctrica por el fenómeno del niño, pero a partir del año 2016 el Gobierno Nacional inició la implementación de una serie de programas y proyectos en materia minero-ambiental, aunque los mismos han presentado limitaciones por la falta de coordinación entre las autoridades mineras y ambientales, igualmente es importante anotar, que ha existido una activa transformación en las estructuras institucionales del sector, lo que ha conducido a la falta de continuidad en las políticas de desarrollo del mismo.

El desarrollo de esta actividad minera se debe traducir en mejoras en la calidad de vida de la población, al generar desarrollo regional y nacional, y para ello resulta

fundamental que tanto las empresas como las instituciones involucradas cuenten con capital humano especializado, recursos y procesos adecuados.

Hay cierta aversión, así como niveles importantes de conflictividad y resistencia a estos proyectos, debido a la escasa implementación de procesos de difusión y socialización efectivos sobre los impactos positivos y negativos que genera esta actividad. Actualmente, hay desinformación en las comunidades cuando se expone la idea errónea de que la minería en general es nociva para el ambiente, la economía y la sociedad, lo cual dificulta la implementación y puesta en marcha de los proyectos mineros. Aunque mucho de lo anterior es producto de una creciente campaña de protección a ultranza del medio ambiente, entre otras razones, debe ser claro que errores que algunas empresas mineras cometieron en el pasado han sido fuente de descontento local.

En el marco del Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018 “Todos por un nuevo país” del Ministerio de Minas y Energía, y en concordancia con las necesidades de la industria, uno de los 6 pilares estratégicos considerados fue el de la -Seguridad Jurídica-, el cual contemplo una línea estratégica de apoyo para la regularización ambiental del sector.

La visión de la política minera planteada para el año 2025 de la UPME es: “En 2025 Colombia contará con un sector minero organizado, legítimo, incluyente y competitivo, generador de desarrollo tanto a nivel regional como nacional, y que servirá de apoyo para el apalancamiento del postconflicto. Esto se logrará a través de estrategias y proyectos que mejoren las condiciones de seguridad jurídica, aumenten las condiciones competitivas, generen confianza legítima, optimicen la infraestructura, brinden información oportuna y de calidad y que permitan una institucionalidad minera eficiente y fortalecida”. (Ministerio de Minas, 2016)

Los procesos de coquización en el país nunca han sido intervenidos por la falta de conocimiento técnico y científico por parte de los entes de control, y el predominante uso de tecnologías ambiguas de coquización. Por esta razón por parte del Gobierno Nacional se generaron las siguientes normas:

- En junio de 2016 la Cámara de Representantes de Colombia aprobó la Ley que ratifica el compromiso con el Acuerdo de París sobre cambio climático, en el cual Colombia debe reducir en un 20% antes de 2030 las emisiones de gases tipo invernadero, avanzar a la adaptación de los efectos del cambio climático y dirigirse hacia una economía baja en carbono. Para lograr estos objetivos el Gobierno plantea 5 estrategias territoriales y transversales:
 - Desarrollo urbano
 - Desarrollo rural
 - Manejo y conservación de ecosistemas
 - Desarrollo Minero energético bajo en carbono

- Desarrollo de infraestructura estratégica («Colombia ratifica el acuerdo de París - Medio Ambiente - Vida - ELTIEMPO.COM», 2017).
- Normas Ambientales:
 - Exigencia de licencias ambientales, Ley 99 de 1.993
 - Plan de manejo ambiental CAR versión N° 3 del 2.017
 - Resolución 2254 del 1/11/17 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Norma de calidad del aire ambiente en donde se estipulan los niveles máximos permisibles de contaminantes criterio en el aire. En la Tabla 15 Niveles Máximos Permisibles de Contaminantes en el Aire Resolución 2254 de 2.017, se establecen los niveles máximos permisibles a condiciones de referencia para contaminantes criterio que regirán a partir del 1 de enero de 2018.

Tabla 15 Niveles Máximos Permisibles de Contaminantes en el Aire Resolución 2254 de 2.017

CONTAMINANTE	NIVEL MÁXIMO ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	TIEMPO DE EXPOSICIÓN
PM ₁₀	50	Anual
PM ₁₀	100	24 horas
PM ₂₅	25	Anual
PM ₂₅	50	24 horas
SO ₂	50	24 horas
SO ₂	100	1 hora
NO ₂	60	Anual
NO ₂	200	1 hora
O ₂	100	8 horas
CO	5.000	8 horas
CO	35.000	1 hora

Fuente: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

PM₁₀: partículas aerodinámicas de 0,1 micras de tamaño, PM₂₅: partículas aerodinámicas de 0,25 micras de tamaño, SO₂: dióxido de azufre, CO: monóxido de carbono, NO₂: dióxido de nitrógeno, O₂: oxígeno.

A partir del 1 de julio de 2018, los niveles máximos permisibles de PM₁₀ y PM₂₅ para un tiempo de exposición de 24 horas serán 75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ y 37 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ respectivamente.

Las autoridades ambientales competentes deben realizar las mediciones de los contaminantes criterio establecidos en la Tabla 15 Niveles Máximos Permisibles de Contaminantes en el Aire Resolución 2254 de 2.017, de acuerdo con los procedimientos, frecuencias y metodologías establecidas en el Protocolo para Monitoreo y Seguimiento de la Calidad de Aire.

Lo anterior, para controlar y prevenir el deterioro de la calidad del aire de la contaminación atmosférica, proveniente de la actividad minera generada; con el fin

que las zonas circundantes puedan tener una calidad del aire adecuado, para proteger la salud y el bienestar de la población.

- La Resolución 0886 del 18 de mayo del 2018 del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Por la cual se adoptan los lineamientos para la zonificación y régimen de usos en las áreas de paramos delimitados y se establecen otras directrices. Esta resolución provocaría que muchas minas de carbón actualmente en explotación ubicadas sobre los 2900 metros de altura sean cerradas favoreciendo el cuidado del ecosistema y reduciendo sustancialmente la oferta de carbón a ser empleado.

- Mesas técnico-ambientales sobre emisiones de plantas coquizadoras

En el año 2018, se adelantó la primera mesa técnica ambiental sobre emisiones de plantas coquizadoras liderada por Fenalcarbon y el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, para trabajar conjuntamente los lineamientos de la Resolución 909/08 sobre emisiones de plantas fijas, en la cual uno de los ejes temáticos fue las emisiones en el aire de las plantas coquizadoras. La UPME presentó los beneficios tributarios que se generan como consecuencia de buenas prácticas en emisiones. El Ministerio de Minas y Energía expresó su interés en colaborar para definir la nueva normatividad y seguir participando en todas las reuniones convocadas. Fenalcarbón, MinAmbiente y la UPME buscarán desarrollar un proyecto de caracterización para determinar el verdadero impacto que causan las partículas de las emisiones de los hornos de coquización.

2. IDENTIFICACIÓN Y ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO - IAEP

En este capítulo se plantearon y analizaron las estrategias nacionales y sectoriales relacionadas con el sector minero energético. Con base en dichas estrategias, se identificaron las oportunidades y amenazas para el desarrollo del proyecto, se describió la razón de ser del proyecto, su justificación y se alineó a los objetivos estratégicos de las entidades públicas y privadas, explicándose la contribución del proyecto a cada uno de ellos.

2.1 REVISIONES ESTRATÉGICAS QUE PUEDAN AFECTAR EL PROYECTO

El Ministerio de Minas y Energía, trazó una ruta para los próximos 4 años y estableció los siguientes pasos:

- La expedición de la resolución 463 del 28 de agosto de 2.018, por la cual se establece el procedimiento para que los proyectos de eficiencia energética y/o gestión eficiente de la energía se presenten para acceder a los beneficios tributarios sobre IVA y/o renta (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2018).
- Se anunció que en menos de 18 meses se duplicará la capacidad instalada actual de energías renovables. (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2018)
- Se trazó la meta de tener en el 2.022, 1.500 MW de proyectos de energías renovables no convencionales (Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2018).
- Las energías renovables son una prioridad para este gobierno, con el objetivo de alcanzar la meta de diversificar la matriz energética, el Ministerio de Minas y Energía anunció que en menos de 18 meses se duplicará la capacidad instalada actual. Adicionalmente, el Ministerio se trazó una meta de tener en el 2.022, 1.500 MW de proyectos de energías renovables.

La Agencia Nacional de Minería - ANM - avanza dentro de su estrategia de fortalecimiento institucional minero, con nuevos objetivos en los cuales el gobierno nacional, busca la reorganización del sector, y que con ello se dé el tan anhelado crecimiento de la actividad minera del país.

Por lo anterior y después de más de dos años en los cuales la ventanilla de radicación de las propuestas de contrato de concesión estuvo cerrada, se fortaleció la plataforma diseñada para radicar dichas propuestas, y hoy en día se cuenta con una aplicación transparente, en la cual los interesados tienen igualdad de condiciones para acceder a las áreas de interés, pues se fortalecieron los mecanismos para impedir el acceso por medios tecnológicos, los cuales garantizaban radicaciones ágiles con espacios de tiempo de menos de un minuto,

con lo cual se limitaba el ingreso de los proponentes para capturar las áreas que pretendían concesionar.

La Agencia Nacional de Minería, también implementó un sistema para el Registro Único de Comercializadores de Minerales Rucom, con lo cual se busca tener un control para los comercializadores y titulares mineros que se encuentran en etapa de explotación, pero se están presentado algunos inconvenientes pues a la fecha no se han evaluado todos los títulos mineros, para lograr una inclusión de los mismos, aunado a que se debe hacer una análisis jurídico con el fin de dar aplicación al régimen de transición normativa en materia ambiental, con el fin de no vulnerar los derechos de los titulares mineros, lo cual a la fecha no se ha logrado, estando a menos de un (1) mes que se exija por parte de las autoridades en el territorio nacional.

Así mismo, la Agencia Nacional de Minería, tercerizó el proceso de fiscalización integral, con el cual se logró la evaluación del 97% de los títulos mineros.

Frente a los temas de negociación de las prórrogas de los contratos mineros, la ANM ha podido negociar con criterios técnicos, económicos y aspectos sociales, etc., marcando un giro en la forma de negociación que le permite viabilidad de proyectos estratégicos para las finanzas del país y las regiones.

El Gobierno Nacional a través de los Ministerios de Medio Ambiente y de Hacienda y Crédito Público, estableció el Impuesto Nacional al Carbono, creado por el artículo 221 de la Ley 1819 de 2.016 (Reforma Tributaria Estructural) en respuesta a la necesidad del país de contar con instrumentos económicos para incentivar el cumplimiento de las metas de mitigación de Gases de Efecto Invernadero (GEI) a nivel nacional. Este impuesto corresponde a un gravamen que recae sobre el contenido de carbono de todos los combustibles fósiles, incluyendo todos los derivados de petróleo y todos los tipos de gas fósil que sean usados con fines energéticos, siempre que sean utilizados para combustión (exceptuando el carbón).

Los combustibles que están gravados por este impuesto son: gasolina, kerosene, *jet fuel*, ACPM, *fuel oil*; el gas natural también está gravado, pero solo para su uso en la industria de la refinación de hidrocarburos y la petroquímica, y el gas licuado de petróleo (GLP) solo para la venta a usuarios industriales. El impuesto tiene un valor de COP\$ 15.000 por tonelada de CO₂. Esta tarifa se ajustará cada 1° de febrero con la inflación del año anterior, más un punto porcentual hasta que sea equivalente a una unidad de valor tributario (UVT) por tonelada de CO₂.

Se definieron mecanismos de participación y diálogo para lograr condiciones de mutua confianza entre los actores involucrados en la cadena de valor de la minería. De esta forma, se espera disminuir la conflictividad social en las regiones donde se pretende desarrollar nuevos emprendimientos mineros o en donde actualmente se desarrollan proyectos. Igualmente, se fortaleció la presencia regional de la autoridad minera a través de la participación activa en los espacios de acercamiento y relacionamiento con las autoridades y la comunidad.

2.2 PLANTEAMIENTO DEL PROYECTO

2.2.1 Nombre del Proyecto

Montaje de una línea de producción y comercialización de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

2.2.2 Propósito del Proyecto

Mejorar los niveles de competitividad de la empresa PETROLOGY S.A.S., mediante el montaje de una línea de producción y comercialización de coque, que le permita a la compañía diversificar sus fuentes de ingreso, disminuir la dependencia a un solo producto y aumentar los niveles de competitividad.

2.2.3 Antecedentes

Hacia el año de 1.800 unos ingleses intentan fundar en el municipio de Samacá (Boyacá) la primera siderúrgica de Colombia, sin embargo, un desastre natural la destruye y el proyecto declina. En 1.952 se da inicio a la construcción de la primera planta de producción de acero y laminación del país (Acerías Paz del Rio S.A.) y en los años 60 se consolida como la primera y única siderúrgica integrada hasta la fecha del país; integrada porque cuenta con toda la materia prima requerida para el proceso (coque, caliza y mineral de hierro). La producción de coque la realizan mediante la utilización de una batería de hornos verticales; siendo hasta la fecha la única en Colombia y una batería de hornos de solera. Durante muchos años esta fue la única empresa en Colombia productora de coque, hasta que hacia el año 1.980 se crea la empresa Milpa S.A., quien fundamenta su actividad comercial en la explotación de carbón y producción de coque, posteriormente se crean muchas más empresas productoras como Carbones Andinos y Coquecol, estas empresas son quienes actualmente lideran principalmente la producción de coque en el país. Dado los requerimientos de coque internacionalmente y contando con yacimientos importantes de carbón, se crean nuevas plantas en departamentos como Norte de Santander, Boyacá y Cundinamarca.

La sociedad PETROLOGY S.A.S. es una empresa joven, fundada en agosto de 2.016, dedicada a la comercialización de carbón metalúrgico de alto rango, bajo en cenizas y con poder aglomerante fuerte según clasificación por rango de la ASTM, actualmente cuenta con varios clientes importantes: uno internacional y dos nacionales entre los cuales divide su volumen de comercialización. Sin embargo, factores como las variaciones en los volúmenes de consumo de los principales compradores de carbón del mundo China (1.887,6 MT en el 2.016) y Estados Unidos (358,4 MT en el 2.016) (Consumption et al., 2017), políticas gubernamentales nacionales alineadas al acuerdo de Paris del 2.015 sobre la reducción del calentamiento global (reducción de 20% de las emisiones de CO₂ para el 2.030) y

el incremento de nuevas fuentes de energía renovables (161 gigavatios instalados en el 2.016), provocan cambios importantes en los mercados afectando la estabilidad de la actividad. Situación por la cual la empresa busca nuevas líneas de negocio alineadas a su actividad económica actual, que le permitan continuar con su crecimiento y fortalecimiento dentro del sector.

La empresa PETROLOGY S.A.S., se enfrenta en competencia a varias empresas locales constituidas con años de anterioridad (Minercoal, Carboneras San José, Carbones Velásquez Vallejo) sin embargo, PETROLOGY S.A.S. cuenta con personal especializado en el área de coquización, carbón y coque, formado en los 2 principales grupos de investigación del país en el área de conocimiento (UPTC, UNAL); además pretende utilizar una tecnología de hornos tipo solera, superior en cuanto a productividad y calidad frente a la actual utilizada por la competencia (hornos colmena).

En los departamentos de Cundinamarca y Boyacá, donde PETROLOGY S.A.S. tiene sus operaciones, se ubican las 4 empresas más grandes de comercialización de carbón y coque metalúrgico del país (Milpa, Carbocoque, Coquecol y Carbones Andinos); estas empresas buscan aumentar su participación en el mercado internacional, por lo que están en constante búsqueda de nuevos proveedores, que estén en capacidad de garantizar volúmenes constantes y estandarizados, para que ayuden a completar sus pedidos, sin afectar la calidad global de sus productos.

2.2.4 Justificación del Proyecto

2.2.4.1 Exigencia por Cumplir

Los procesos de coquización actualmente emplean hornos tipo colmena principalmente, esta tecnología está sometida a terminarse dada su gran cantidad de gases emitidos a la atmosfera durante el proceso de coquización, tales como:

- Partículas en suspensión, como por ejemplo polvo de carbón o de coque.
- Gases y vapores, como, por ejemplo: Dióxido de azufre (SO₂), sulfuro de hidrógeno (H₂S), óxidos de nitrógeno (NO_x), monóxido de carbono (CO), benceno, tolueno, xilol, hidrocarburos aromáticos policíclicos y pireno.

Dado esto las autoridades ambientales nacionales y departamentales buscan disminuir progresivamente la utilización de este tipo de horno para ser sustituido por hornos tipo solera, que tienen procesos de poscombustión en un sistema de cámaras inferiores bajo el piso del horno, aumentando la productividad del proceso y evitando la emisión de gases contaminantes mediante la quema de estos en la solera del horno.

2.2.4.2 Necesidad por Resolver

La empresa PETROLOGY S.A.S. actualmente soporta su actividad económica principal en la comercialización de mezcla de carbones coquizables, para ser utilizados en complementos de pedidos internacionales de otras compañías, para ser empleados en procesos de coquización. Por lo tanto, PETROLOGY SAS solo cuenta con una fuente de ingreso producto de esta actividad. La empresa ha establecido que debe incursionar en otros mercados o realizar una estrategia comercial, que le permita diversificar y aumentar sus fuentes de ingreso.

2.2.4.3 Oportunidad por Aprovechar

Dada la forma de subasta de energía en Colombia, existe una preocupación por la posible desaparición de las termoeléctricas, al no poder competir con los precios de la energía (Ahumada Rojas, 2017). Sumado a lo anterior, las rigurosas medidas ambientales que se han implementado globalmente vuelven la generación de energía por este medio mucho más difícil («Bachelet anuncia el fin de las termoeléctricas a carbón en Chile», 2018), («Australia cierra una de las centrales térmicas de carbón más contaminantes del mundo», 2017), («No más termoeléctricas entre 2030 y 2050: Gobierno frenará avance tras acuerdo con grandes empresas | El Desconcierto», 2018).

Teniendo en cuenta el panorama que se avecina para el carbón térmico, los incrementos en los volúmenes de coque requerido (Diez, María, Álvarez, R. Barriocanal, C.) y los estudios existentes en la fabricación de coque que indican la posibilidad de usar una mezcla de carbones tanto térmicos como Coquizables (Alarcón, G. 2.012, Guerrero, 2.012, Ajiaco, F.2.011), se identifica una oportunidad para la producción de coque en Colombia, debido a la gran oferta de carbón que se dará por el cierre de las termoeléctricas, así como las actuales y futuras demandas de coque siderúrgico. Esta oportunidad encontrada es una situación favorable para PETROLOGY S.A.S., ya que algunos de los clientes actuales compradores de carbón, pueden ser los mismos clientes potenciales de coque, lo que se adapta a la necesidad de la empresa de eliminar la dependencia económica a un solo producto y generar un nuevo ingreso al ya existente.

Adicionalmente se identifica otra oportunidad en la línea de producción de coque, ya que puede ser utilizada para fabricar diferentes calidades de coque, las cuales pueden ser empleadas en procesos distintos al siderúrgico, como lo son el secado de grano y las plantas de fundición; mercados locales que requieren este producto, y dado el crecimiento de proyectos agroindustriales su demanda pueda verse aumentada (Morelos Gómez & Nuñez Bottini, 2017).

2.2.4.4 Aspectos Especiales del Proyecto

Los aspectos especiales del proyecto hacen referencia a los ítems que no se pueden controlar, pero que afectan directamente al proyecto y sobre los cuales es necesario fundamentarlo.

Supuestos

- Que la política minera firmada en el año 2.016 se sostenga y se ratifique en el actual gobierno y que contempla que el estado se compromete a dar seguridad jurídica al sector minero, generar condiciones competitivas para la industria minera, permitiendo la extracción de minerales y un eficiente desarrollo a la industria. («Colombia ya tiene su Política Minera | Agencia Nacional de Minería ANM», 2016).
- Ampliación y modernización de la infraestructura de transporte y mejoramiento de los niveles de eficiencia de la autoridad minera, en aspectos cómo tiempos de respuesta y agilidad en los trámites. («Colombia ya tiene su Política Minera | Agencia Nacional de Minería ANM», 2016)
- Que los lineamientos ambientales, respecto a los procesos que involucran combustibles fósiles, no cambien con la nueva política del estado.
- Que se mantenga la demanda y el uso del producto acorde a la información encontrada.

Restricciones

- El estudio de prefactibilidad se desarrollará sólo en el departamento de Cundinamarca, donde se pretende desarrollar el proyecto, con la normatividad vigente colombiana.
- La información concerniente a la prefactibilidad será de orden secundario.

Exclusiones

- En el estudio de prefactibilidad no se contempla una evaluación económica, ni social.
- En el estudio de prefactibilidad no se considera la pavimentación de las vías de acceso.

2.3 ALINEACIÓN ESTRATÉGICA DEL PROYECTO

La alineación estratégica de un proyecto consiste en determinar cómo la realización de este contribuye a la empresa a lograr sus objetivos estratégicos que a su vez responde a objetivos organizacionales establecidos por PETROLOGY SAS. La alineación estratégica también muestra el comportamiento del sector, con el fin de sumergir el proyecto en una situación lo más cercana posible a la realidad a la que

se encontrará en su ejecución y que este alineado con aquellos objetivos institucionales establecidos por las organizaciones interesadas o afectadas con la ejecución del proyecto.

Con el proyecto se pretende mejorar los niveles de competitividad de la empresa PETROLOGY S.A.S. mediante el montaje de una línea de negocio para la producción y comercialización de coque que le permita a la compañía diversificar sus fuentes de ingreso, disminuir su dependencia de un solo producto y aumentar los niveles de rentabilidad. Se evalúa además el actual mercado del coque, los pronósticos y comportamientos que permitan inferir un posible panorama del negocio durante un determinado tiempo de evaluación.

2.3.1 Objetivos Estratégicos de las Entidades Analizadas

Se analizan primero los objetivos estratégicos de las entidades del Sector, cuyos resultados se presentan de manera resumida en la Tabla 16 Objetivos Estratégicos del Sector.

Tabla 16 Objetivos Estratégicos del Sector

ORGANIZACIÓN	OBJETIVO ESTRATÉGICO	APORTE DEL PROYECTO
Ministerio de Minas y Energía	Asegurar la ejecución de proyectos minero-energéticos para generar los recursos que necesita el país	Este proyecto aportará recursos económicos mediante el pago de regalías e impuestos a la nación, pago del impuesto de ICA al municipio en donde se desarrollará el proyecto y en los municipios de donde provendrá la materia prima. («Ministerio de Minas y Energía - MinMinas», 2018)
Ministerio de Medio Ambiente	Proteger y asegurar el uso sostenible del capital natural y mejorar la calidad ambiental	Este proyecto contribuirá con la reducción de las emisiones de CO ₂ mediante utilización de coque como combustible en procesos secundarios tales como el secado de grano, cocción de ladrillo y procesos que involucren carbón como fuente de combustible. («Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible», 2018)
Agencia Nacional de Minería (ANM)	Contribuir al desarrollo integral y sostenible del sector y del país promoviendo el incremento de los estándares sociales y ambientales	Este proyecto contribuirá con la generación de empleo en la región, ajustado a los estándares laborales colombianos. Generará estabilidad económica y de mercado a aquellos proveedores de carbón siderúrgico que se vinculen al proyecto. (Agencia Nacional de Minería, 2016)

2.3.2 Alineación del Proyecto con la Empresa PETROLOGY S.A.S.

En segundo lugar, se considera la alineación del proyecto para la empresa PETROLOGY S.A.S. En la Tabla 17 Objetivos Organizacionales y Estratégicos de

la Empresa PETROLOGY S.A.S., se muestra la alineación estratégica que presenta el proyecto con la política establecida por la empresa PETROLOGY S.A.S.

Tabla 17 *Objetivos Organizacionales y Estratégicos de la Empresa PETROLOGY S.A.S.*

OBJETIVOS ORGANIZACIONALES PETROLOGY S.A.S. (Documento EOP-1)	OBJETIVOS ESTRATÉGICOS	CONTRIBUCIÓN DEL PROYECTO
Mejorar los niveles de competitividad de la empresa PETROLOGY S.A.S.	Diversificar las fuentes de ingreso de la empresa	Percibir un nuevo ingreso por la producción y comercialización de coque
Aumentar los volúmenes de comercialización de carbón	Fidelizar proveedores de carbón que cuenten con títulos mineros legales y con carbones de excelente calidad	Seleccionar, caracterizar y comprometer a proveedores en la permanencia de suministro de carbón
Aumentar el porcentaje de participación en el mercado local de carbón para exportación y uso de plantas de coque	Apropiarse del 1% del mercado local de coque	Estandarizar una mezcla de carbones Coquizable que permitan la producción de coque siderúrgico de excelente calidad
Mantener durante su crecimiento una lógica de responsabilidad social y ambiental enmarcados en el respeto y la honestidad	Desarrollar procesos comprometidos con el cuidado del medio ambiente y desarrollo humano responsable	Diseñar una batería de hornos de coque ambientalmente responsable con recuperación de subproductos y operación segura

Fuente: Documento EOP-1 *Objetivos organizacionales y estratégicos de la empresa PETROLOGY S.A.S.*

2.3.3 Implicaciones de los Resultados de la IAEP

El éxito de este proyecto le permitirá a la empresa PETROLOGY S.A.S. resolver uno de las principales preocupaciones que tiene en este momento y es la dependencia a un solo producto y una fuente de ingreso. PETROLOGY S.A.S. ha venido afianzándose en el sector y mejorando la intención de terceros en hacerlo parte de su lista de clientes. Esto podrá favorecerse con el proyecto, ya que estas empresas y posibles clientes están en busca de un mercado mixto de coque y carbón, estable y de características que se sostengan en el tiempo. Al implementar la línea de producción de coque, PETROLOGY S.A.S., podrá acceder a estos nuevos mercados y proyectar su estabilidad y crecimiento económico y comercial. Este proyecto contribuirá en la generación de nuevos empleos directos e indirectos en las zonas de influencia del mismo.

2.3.4 Estrategias DOFA

La sigla DOFA corresponde a las iniciales de Debilidades, Oportunidades, Fortalezas y Amenazas. Es el análisis que se aplica a la organización para saber

sus mejores características internas y los riesgos que provienen del entorno en el cual compete.

A continuación, se presenta el análisis de la empresa PETROLOGY S.A.S. vs el entorno del sector.

Tabla 18 Matriz DOFA (Fortalezas y Debilidades Internas y Externas)

ORIGEN INTERNO (PETROLOGY S.A.S.)	
Fortalezas	Debilidades
<ul style="list-style-type: none"> F1. Se cuenta con una base de proveedores fidelizados que tienen diferentes tipos de carbón. F2. La empresa cuenta con una buena liquidez. F3. Tiene una buena política de pago. F4. Cuenta con 2 clientes a los que les vende el producto actual y están en el nuevo producto (coque) y el cliente está dispuesto a financiar el proyecto F5. Cuenta con un terreno en zona industrial para desarrollar el proyecto F6. Se tiene el conocimiento técnico especializado en la elaboración de coque. 	<ul style="list-style-type: none"> D1. No cuenta con el capital necesario para desarrollar el proyecto en su totalidad. D2. La calidad de los carbones que compra la empresa es variable. D3. Insuficiente número de proveedores.
ORIGEN EXTERNO	
Oportunidades	Amenazas
<ul style="list-style-type: none"> O1. Requerimiento de coque por uno de los clientes actuales. O2. Aumento de oferta de carbón por cierre de termoeléctricas. O3. Aumento del precio del coque Apertura de nuevas plantas de fundición en el país. O4. Incremento de proyectos agroindustriales que requieren coque para secado de grano. 	<ul style="list-style-type: none"> A1. Estrictos controles ambientales A2. Fluctuación de fletes de transporte A3. Mantenimiento deficiente vías de acceso donde se desarrollará el proyecto A4. Paros camioneros A5. Devaluación del peso A6. Ingreso de nuevas plantas de producción de coque A7. Fluctuación del precio del carbón

Fuente: Los Autores

2.3.4.1 Estrategias FO (Fortaleza-Oportunidad)

Son estrategias donde se hace uso de las fortalezas para aprovechar las oportunidades que se presentan o identifican.

- Penetración de Mercado: Proyecto Montaje de una línea de producción y comercialización de coque.

2.3.4.2 Estrategias DO (Debilidad-Oportunidad)

Estas estrategias ayudan a superar y transformar las debilidades a través de las oportunidades que se nos presentan.

- Asociaciones: proyecto: Producción de coque para fundición con la empresa C.I. Bulk trading (asociación con cliente). (D₁, F₁)

2.3.4.3 Estrategias FA (Fortaleza-Amenaza)

En estas estrategias se utilizan las fortalezas para evitar o afrontar las amenazas del entorno externo.

- Integración vertical hacia atrás (transporte): Proyecto: Montaje de una empresa de transporte de carbón. (F₂, A₄)
- Integración vertical hacia atrás (Proveedores de Carbón): Proyecto: Exploración y explotación de carbón metalúrgico en el altiplano Cundiboyacense. (F₄, A₇)

2.3.4.4 Estrategias DA (Debilidad-Amenaza)

En esta estrategia se transforman las debilidades para evitar las amenazas en el entorno, pretenden disminuir las debilidades internas y evitar las amenazas del entorno externo.

Desarrollo de producto: Proyecto: Construcción de una planta de coque de hornos tipo solera. Los hornos tipo solera aumentan rendimientos de producción y disminuyen la contaminación mediante la recirculación de los gases generados durante el proceso en una solera que se encuentra en la parte inferior de del piso. (D₂, A₆)

3. FORMULACIÓN

En la formulación se estructuran los componentes de los estudios requeridos para el proyecto, se inicia con la estructuración de los hallazgos, se plantean y evalúan alternativas, se analizan ventajas y desventajas, se determinan los costos y beneficios de cada estudio para reducir los riesgos e incertidumbres, se obtienen los soportes y la información utilizada para lograr las conclusiones y recomendaciones de cada estudio. Una vez realizada la formulación se puede determinar la conveniencia del proyecto, con el fin de seleccionar la opción más viable y adelantar su evaluación financiera, económica y social.

El periodo de formulación es la etapa en la cual las partes interesadas, están de acuerdo con las alternativas analizadas y en la alternativa seleccionada para el proyecto.

La formulación está compuesta por los estudios de mercado, técnico, ambiental, administrativo, costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento.

3.1 ESTUDIO DE MERCADO

En el estudio de mercado se pretende analizar y establecer la aceptación potencial del coque producido en la línea de producción y comercialización de la empresa PETROLOGY S.A.S. Se establece la oferta actual y la competencia entre los actuales participantes del mercado, el comportamiento de los consumidores y el comportamiento de los precios nacionales e internacionales. A la vez, busca determinar una estrategia para el posicionamiento del producto en la industria, tomando en cuenta los factores mencionados y la interacción de las diversas fuerzas competitivas que afectan los resultados potenciales de este.

3.1.1 Hallazgos

En esta sección, se describen los hallazgos encontrados relevantes al proyecto, involucran el análisis de competitividad, la oferta y la demanda y la estrategia de comercialización.

Análisis de Competitividad

En este análisis se desarrolló el modelo de las 5 fuerzas competitivas de Porter que se pueden observar en la Figura 4 Fuerzas Competitivas de Porter, en la misma aparece la calificación obtenida para cada una de las 5 fuerzas, entre una escala de 0 a 5, en la cual según el puntaje obtenido se pueden determinar cuáles son las fuerzas más relevantes para el proyecto. En los siguientes párrafos se detallan cada uno de los componentes de la ilustración.

a) Proveedores

Según los requerimientos del negocio los proveedores se dividen en dos:

Proveedores de carbón: estos los constituyen personas naturales y jurídicas que tienen minas de carbón con título minero y que cuentan con alguna de tres las calidades principales requeridas para emplearse en el proceso de coquización: carbones altos, medios y bajos volátiles; según clasificación ASTM (clasificación por rango).

Proveedores de transporte: estos los constituyen aquellos dueños de vehículos de carga pesada (doble troques y tractocamiones), además empresas de transporte legalmente constituidas y autorizadas por el Ministerio de Transporte.

- Minas la Vega
- Sociedad minera Rodríguez
- Carbones del Gibraltar
- Mina los Nevados
- Minas los Alpes

b) Competidores del sector

Los principales competidores se establecen principalmente en dos tipos de empresas:

Las empresas comercializadoras de carbón coquizable que manejan volúmenes importantes de comercialización, estas empresas buscan afianzar sus mercados y extender su comercialización a empresas productoras de coque, tal es el caso de carbonera San José e Invercoal; estas empresas comercializan actualmente cerca de 10.000 t/mes aproximadamente, información suministrada por PETROLOGY S.A.S.

El otro competidor corresponde a las empresas coquizadoras de pequeña y mediana escala que buscan crecer sus volúmenes de producción actual, tal es el caso de la empresa Transcarco, la cual presenta una producción de 3.000 t/mes de coque.

c) Posibles entrantes

En esta sección se encuentran las baterías de hornos en proceso de fabricación que buscan iniciar su proceso de fabricación de coque y aquellas que estaban abandonadas y que dado el crecimiento de la demanda y los altos precios del coque pretenden reiniciar sus operaciones restructurando sus plantas viejas y obsoletas.

d) Sustitutos

Dentro de los sustitutos se tiene a las empresas productoras de briquetas de grafito, este producto se emplea como sustituto del coque en la producción de acero vía alto horno. Aunque no se encontraron empresas en Colombia, el mercado internacional sí utiliza este producto cada vez más. Ya que este trabajo se realiza para el montaje de una planta de producción de coque en Cundinamarca, no se detallan las empresas que se dedican a la producción de briquetas de grafito a nivel internacional.

Otro sustituto son los productores de semiantracita, que últimamente y dado los nuevos estudios de fabricación de coque, están utilizando hasta un 5% de este producto en mezclas para producción de coque. La semiantracita presenta altos contenidos de carbono y bajos contenidos de cenizas; factores determinantes en la calidad del coque resultante. Adicionalmente en otras naciones se emplea en briquetas similares a las de antracita y es utilizada en procesos directos de fabricación de acero. Esta información no se tuvo en cuenta como amenaza debido a que esta tecnología no es muy utilizada en Colombia.

e) Clientes

Como potenciales compradores se identificaron las empresas exportadoras de coque, que buscan ampliar sus mercados internacionales y requieren nuevos proveedores, que ayuden a soportar sus pedidos tanto en volumen como en calidad.

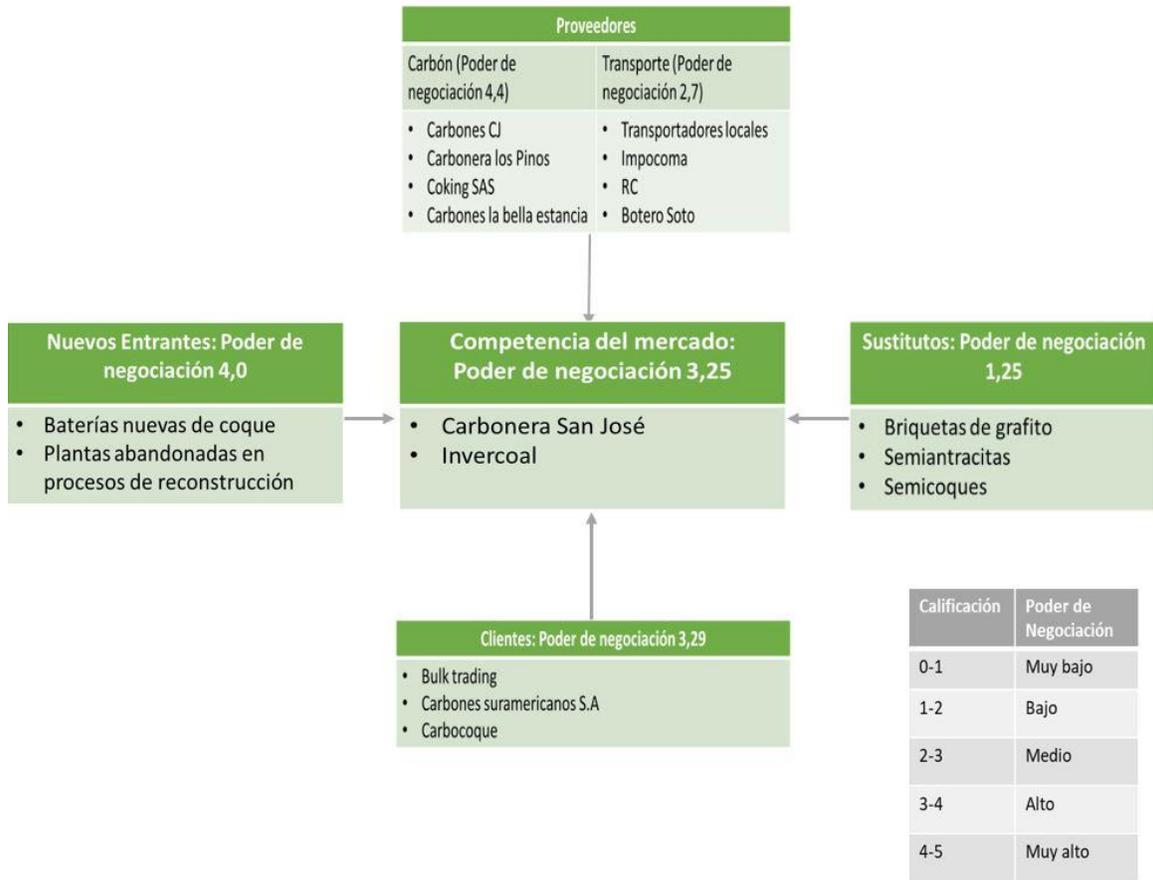
Otro comprador potencial son las empresas comercializadoras de coque, que buscan aumentar sus volúmenes de comercialización y optar a clientes de mayor envergadura, que buscan mercados constantes en calidad y de volúmenes superiores a las 3.000 t/ mes.

A continuación, se relacionan los principales clientes potenciales, a los que puede ir orientado el producto. El nombre de las empresas mencionadas a continuación fue suministrado por la empresa PETROLOGY S.A.S., debido a la experiencia que tiene en el sector del carbón.

- C.I. Carbocoque
- C.I. Bulk trading
- C.I. Carbones Suramericanos S.A.
- C.I. Coquecol S.A.

La Figura 4 Fuerzas Competitivas de Porter, muestra en forma global, la información que se detalló en párrafos anteriores, así como la calificación que se le dio a cada una de estas fuerzas, para saber cuáles son las más relevantes para el proyecto.

Figura 4 Fuerzas Competitivas de Porter



3.1.2 Oferta y Demanda Actual y proyectada

El coque es un producto indispensable para la producción mundial de acero vía alto horno, actualmente la producción nacional está destinada a la exportación principalmente hacia países como México, Brasil, Perú, Japón y algunos países de Europa. En Colombia la única empresa que cuenta con un sistema de producción de acero vía alto horno es Acerías Paz de Rio, esta produce el coque para su consumo.

3.1.2.1 Oferta

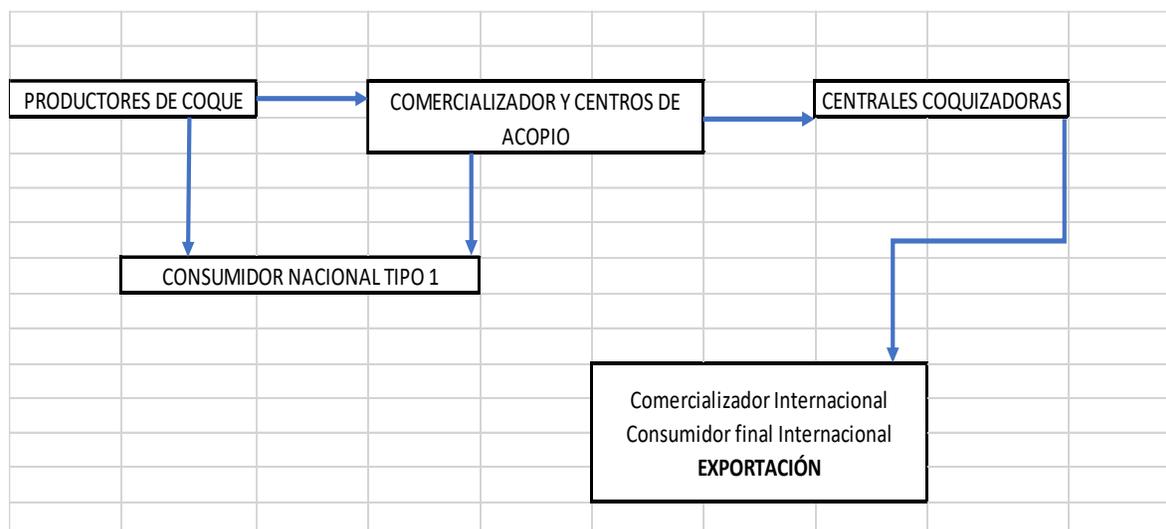
La oferta de coque en las diferentes escalas está descrita a continuación. Esta hace referencia a las cantidades de coque ofrecido en el mercado nacional y extranjero, que empresas lo producen y que participación tienen en el mercado.

Estructura del mercado

A continuación, se explica cómo operan las empresas más representativas del mercado del coque en Colombia y algunas de sus actividades económicas, con el fin de contextualizar el mercado y poder analizar la situación actual.

En la actualidad existen 5 grandes empresas productoras y exportadoras de coque en Colombia (C.I MILPA, C.I Carbocoque, C.I Coquecol, C.I Carbones Andinos y C.I Interamerican Coal), a pesar de que son sólo 5 empresas no ejercen monopolios debido a que los mercados y calidades pueden variar dependiendo del país de destino, además estas empresas tienen otras líneas de negocio tales como exportación y comercialización de carbón coquizable, carbón térmico, finos de coque, principalmente, esto provoca que el mercado se presente como un oligopolio. En la Figura 5 Estructura del Mercado del Coque en Colombia, se puede observar cómo es la estructura de mercado del coque actualmente en Colombia.

Figura 5 Estructura del Mercado del Coque en Colombia



Fuente: Elaboración propia basado en información del informe ejecutivo 090 UPME 2014 (UPME, 2014)

El consumidor nacional tipo 1 corresponde a las plantas de fundición que utilizan coque como combustible y empresas agroindustriales que utilizan el coque como fuente de energía en el proceso de secado de granos.

Descripción de la oferta

Para el año 2.015 la producción de coque fue de 2.164.368 toneladas, de las cuales 1.916.868 (89%) fueron exportadas y 247.500 (13%) se consumieron en el país, principalmente la siderúrgica. Debido a que la producción de carbón metalúrgico en 2.015 tuvo un descenso, este mismo comportamiento se presentó en la producción de coque debido a su relación. De la producción de carbón metalúrgico, gran parte va para la producción de coque, que se destina en un gran porcentaje a la

exportación y el resto para el consumo interno. En la Tabla 19 Producción, Exportaciones y Consumo Nacional de Coque, se muestra la distribución de la producción de coque en Colombia, tanto en exportaciones como en consumo nacional.

Tabla 19 Producción, Exportaciones y Consumo Nacional de Coque

ÍTEM	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Producción (En miles de Tn)	2.146,67	2.270,32	2.344,80	2.164,37	2.042,16	1.434,48*
Exportaciones (En miles de Tn)	1.783,85	1.892,93	1.972,17	1.916,87	1.886,63	1.276,1*
Consumo Nacional (En miles de Tn)	362,81	377,4	372,62	247,5	155,53	158,38*

Fuente: Boletín estadístico del Ministerio de Minas y Energía 2012-2016, *datos al segundo semestre(Unidad de Planeación Minero Energética - UPME, 2016)

De la Tabla 19 Producción, Exportaciones y Consumo Nacional de Coque, el dato de 2017 es el dato del segundo semestre, por esta razón estos datos están puestos con un asterisco (*) al lado de la cifra.

De la producción colombiana de coque, el 83% aproximadamente se destina a exportación, el restante es consumido por la industria nacional, que incluye plantas de fundición y para uso de secado de grano principalmente.

Localización de la oferta

La oferta principalmente se ubica en los departamentos que cuentan con reservas de carbones coquizables (materia prima para la fabricación de coque). En la Tabla 20 Participación de Coque Producido y Exportado por Departamento, se puede observar esta participación.

Tabla 20 Participación de Coque Producido y Exportado por Departamento

Departamento	2004-2011
Boyacá	25%
Cundinamarca	56%
Norte de Santander	8%
Sin reporte	11%

Fuente: Boletín estadístico del Ministerio de Minas y Energía 1999-2010 (UPME & Rodríguez Yee, 2010)

Así mismo esta participación aplica a la ubicación de las principales empresas productoras y exportadoras de coque, en la Tabla 21 Participación y Ubicación de

las Empresas Exportadoras de Coque, se puede observar la participación de estas y su ubicación respectiva por departamento.

Tabla 21 Participación y Ubicación de las Empresas Exportadoras de Coque

Exportador	Toneladas exportadas	% Participación	Dpto. Ubicación empresa
C.I. COQUECOL S.A.	1.620.037,88	27,12	Cundinamarca y Boyacá
C.I. CARBOCOQUE S.A.	1.400.628,52	23,45	Cundinamarca
C.I. MILPA S.A.	1.376.285,97	23,04	Cundinamarca y Boyacá
C.I. INTERAMERICAN COAL S.A.	327.947,37	5,49	Cundinamarca
CARBOEXCO	248.684,39	4,16	Norte de Santander
CARBONES ANDINOS	199.060,99	3,33	Boyacá
INCOLMINE	118.426,92	1,98	Norte de Santander
OTROS	681.587,84	11,41	NA
TOTAL	5.972.659,88		

Fuente: Boletín estadístico del Ministerio de Minas y Energía 1999-2010 (UPME & Rodríguez Yee, 2010)

3.1.2.2 Demanda

El estudio de demanda desarrolla la estructura de mercado, productos sustitutos, composición demográfica de los clientes, comportamiento histórico y proyectado de la demanda y los factores coyunturales.

Estructura del mercado

Como se observó en la estructura de la oferta existen 5 grandes productores y exportadores de coque que constantemente buscan aumentar su participación en los mercados internacionales. En los años 2.017 y 2.018, los pedidos de coque en el exterior han aumentado atraídos por un precio favorable, situación que ha generado que estas empresas estén en la búsqueda de nuevos proveedores, que les permitan aumentar sus volúmenes de venta y por ende favorecer sus ingresos.

En un estudio de demanda realizado por la empresa PETROLOGY S.A.S. y suministrado por la gerencia de la misma, según la Tabla 22 Tonelajes y Porcentajes de Demanda Requerida, se muestra la cantidad de coque demandado mensualmente por las empresas involucradas a nivel de Cundinamarca.

Las empresas que requieren el coque no solo están en busca de nuevos proveedores, sino también están en proyectos de construcción y habilitación de baterías de hornos que se encontraban en desuso, para ayudar a complementar sus pedidos actuales.

Tabla 22 Tonelajes y Porcentajes de Demanda Requerida

Exportador	Toneladas demandadas (mensuales)	% Participación
C.I. COQUECOL S.A.	5.000	27,47
C.I. MILPA S.A.	4.000	21,98
C.I. CARBOCOQUE S.A.	3.500	19,23
CARBONES ANDINOS	2.200	12,09
C.I. INTERAMERICAN COAL S.A.	2.000	10,99
C.I. BULK TRADING	1.500	8,24
TOTAL TONELADAS	18.200	100

Fuente: Gerencia general PETROLOGY S.A.S.

3.1.2.3 Principales productos sustitutos del coque

El coque tiene varios sustitutos dependiendo del uso al que se destine.

- **Semicoque:** Este producto se emplea en plantas de fabricación de ladrillo y producción de cal como sustituto del carbón; se produce a partir de carbones coquizables con altos contenidos de materia volátil. En los procesos siderúrgicos se emplean junto con finos de mineral de hierro y caliza para producir sinter (producto conformado por la mezcla mencionada sometida a alta temperatura produciendo un material que se introduce en el alto horno) (Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011). En las plantas de coque que necesitan complementar sus pedidos lo utilizan como complemento en volumen, aunque las características de resistencia son inferiores lo utilizan en proporciones controladas, para no afectar la calidad general de la mezcla de coque a exportar.
- **Semiantracita:** La semiantracita es un carbón con un grado de evolución mayor que los carbones coquizables (grado de carbonificación mayor: proceso termoquímico de formación del carbón que determina las propiedades finales del material, normalmente este proceso involucra altas temperaturas, fuerzas tectónicas muy fuertes y ausencia de oxígeno). Este material con alto contenido de carbono se emplea en porcentajes de participación que oscilan entre 3 y 8%, dependiendo de las plantas de producción de coque. Su uso favorece un aumento de carbono en la mezcla que se coquizará y provocará que los enlaces carbono-carbono se produzcan (enlaces de mayor dureza). En plantas de producción de acero, se emplean como briquetas aglomeradas con algún aglutinante, para sustituir el coque. También se emplean en procesos de fundición para carbonizar las fundiciones y favorecer la dureza final del producto.(Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011)

- **Briquetas de antracita:** La antracita presenta un grado aun mayor que la semiantracita, por lo que su contenido de carbono es muy elevado, son muy duras y tienen un aspecto vítreo, generalmente se forman briquetas a partir de este carbón para sustituir el coque en el alto horno, aportante de altos contenidos de carbono que favorecerán la formación de CO₂ y CO agentes reductores en las reacciones siderúrgicas, aporte de carbono al arrabio (hierro líquido) y estabilidad mecánica que permita el paso líquido del metal fundido (funciones principales del coque en el alto horno).(Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011)

Composición demográfica de los clientes en la demanda

Las empresas que generan la demanda son personas jurídicas que tienen por objeto social principal la comercialización y venta de productos colombianos al exterior, adquiridos en el mercado interno o fabricados por productores socios de las mismas. Las demás actividades que desarrollan las empresas están siempre relacionadas con la ejecución del objeto social principal y la sostenibilidad económica y financiera de las mismas. Estas empresas sirven de soporte económico en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander. (Fedesarrollo, 2011) estima que la actividad de minería de carbón genera entre 16.000 y 18.000 empleos directos en Cundinamarca, contando la minería tanto legal como ilegal. La contribución al empleo de la minería legal se estima del orden de 8.000 empleos.

Alrededor de estos municipios se desarrollan otras actividades económicas que son consecuencia del dinamismo de la actividad minera. Por ejemplo, los negocios de abastecimiento de víveres, y el transporte de carga tienen su actividad directamente atada a la de la minería de carbón y del coque.

3.1.2.4 Comportamiento histórico de la demanda del carbón y el coque

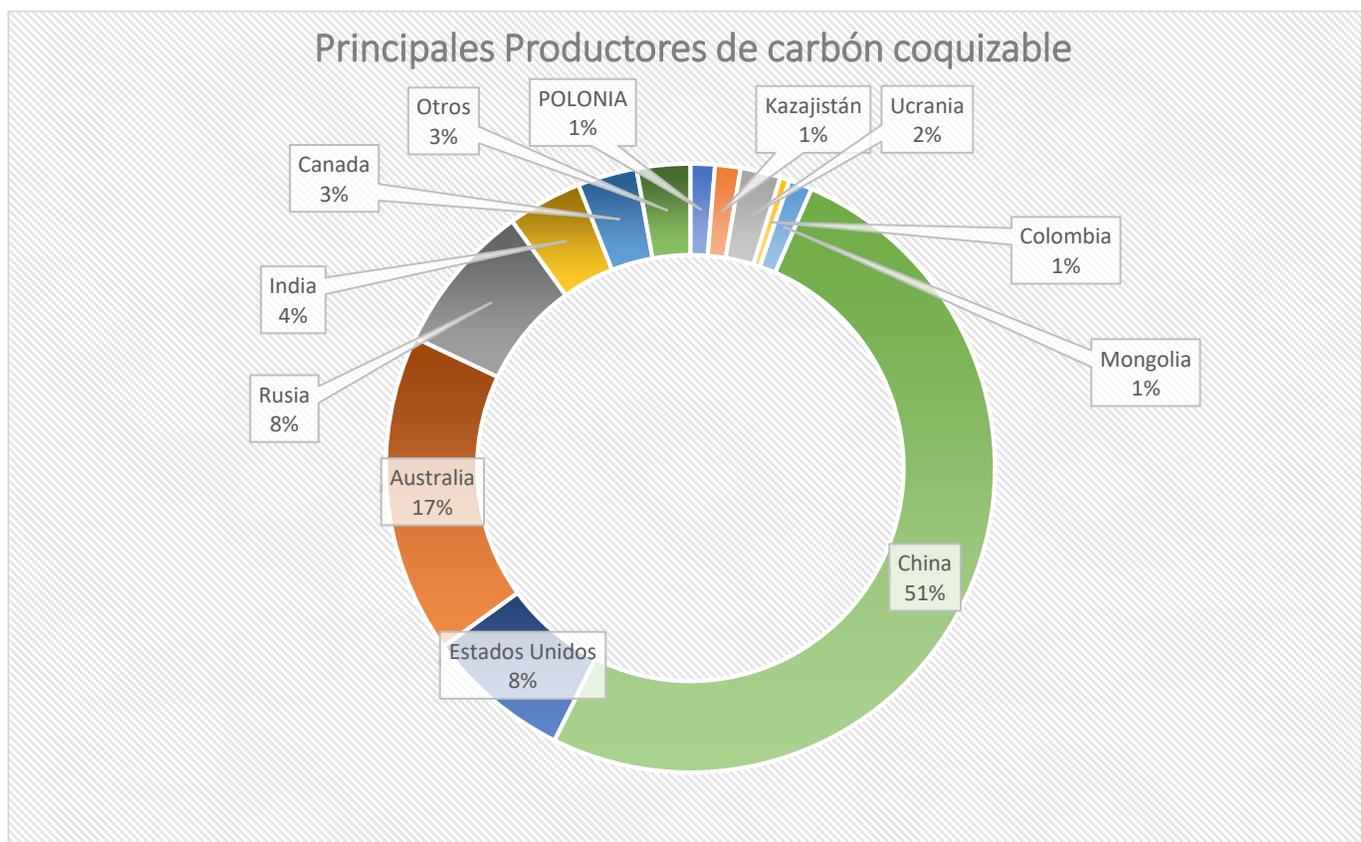
A continuación, se evaluará el comportamiento de la materia prima para la producción de coque (carbón metalúrgico o coquizable). Este parámetro es muy importante, ya que el mercado del carbón está directamente relacionado con el mercado del coque, y normalmente cualquier cambio en este afecta el otro de forma inmediata. Hace 10 años los efectos en la volatilidad del mercado del carbón y/o coque eran relativamente más lentos y podían tardar entre 1 a 3 meses en hacer efecto en Colombia, con la globalización y la internacionalización de los mercados colombianos esto cambio sustancialmente y ahora los cambios en la política comercial mundial inciden de forma inmediata en nuestro país. Por eso es importante observar y evaluar como es el comportamiento del carbón en el mundo y su distribución en cuanto a su producción y consumo.

Producción mundial de carbón coquizable o metalúrgico

Para el año 2011 se encontró que China, Australia, Rusia, Estados Unidos, India, Canadá y Ucrania concentraron el 92,78% de la producción mundial de carbón coquizable. China es el principal productor de dicho mineral con aproximadamente

el 50,85% del volumen mundial, representado en 416,5 Mt. Esta información se observa en la Figura 6 Principales Productores de Carbón Coquizable en el Mundo.

Figura 6 Principales Productores de Carbón Coquizable en el Mundo



Fuente: UPME (Minero, 2011)

La producción mundial estimada de carbón coquizable para el año 2.010 fue de 894,5 Mt (millones de toneladas), presentando un incremento del 14,22% respecto al 2.009. Esta producción presenta un crecimiento promedio anual en el periodo 2.005-2.010 de aproximadamente el 6,9%, el mayor incremento anual en el volumen producido en el año 2.010, al pasar de 783,18 Mt a 894,5 Mt y el menor para el año 2.008, con una variación anual del 0,8%, representada en algo más de 6,09 Mt.

En el año 2.005, el consumo mundial de carbón coquizable fue de 627,79 Mt, pasando en el año 2.010 a cerca de 879,47 Mt a nivel mundial. Lo que indica que el consumo de carbón metalúrgico a nivel global aumentó un poco más del 40% en sólo 5 años.

Los mayores consumidores de carbón coquizable se definen como los países que consumen 10Mt/año o más. De estos países Brasil, Estados Unidos y Polonia, aumentaron su consumo en 36,6%, 36,4% y 32,0%, respectivamente. También se

presentaron incrementos en el consumo de carbón coquizable del 10 y 16% en India, Rusia y China. Países que como se evidenció en la gráfica anterior son de los mayores consumidores a nivel global.

En la Tabla 23 Variaciones Anuales Consumidores de Carbón, se muestra las variaciones de consumo de carbón de los principales países intervinientes y su participación.

Tabla 23 Variaciones Anuales Consumidores de Carbón

PAÍS	2.009 MT	2.010 MT	PARTICIPACIÓN %	INCREMENTO %
China	438,57	502,67	57,16	14,62
India	54,56	65,56	7,45	20,16
Rusia	46,81	58,2	6,62	24,33
Japón	52,51	57,68	6,56	9,84
Ucrania	24,77	29,09	3,31	17,42
Corea	21,18	26,93	3,06	27,11
Estados Unidos	14,04	19,15	2,18	36,39
Alemania	15,47	15,11	1,72	-2,31
Polonia	9,91	13,08	1,49	32,01
Brasil	9,15	12,45	1,42	36,6
Kazajistán	10,7	11,75	1,34	9,78

Fuente: (Candil, Moreno, Castañeda, Villazón, & Galvis, 2012)

Carbón metalúrgico en Colombia

La producción estimada de carbón coquizable colombiano en el año 2.010 alcanzó las 4,57 Mt, presentando un incremento anual del 80,21% en el volumen producido, respecto a las 2,54 Mt del año 2.009. Dicha producción representa el 0,51% del volumen total de producción de carbón coquizable mundial.

La mayor parte de la producción de carbón metalúrgico, que se queda como consumo interno, se emplea para la producción de coque, que a su vez se destina principalmente para exportación y una pequeña parte se queda en el consumo interno en la industria siderúrgica nacional, de fundición y secado de grano.

Producción mundial de coque

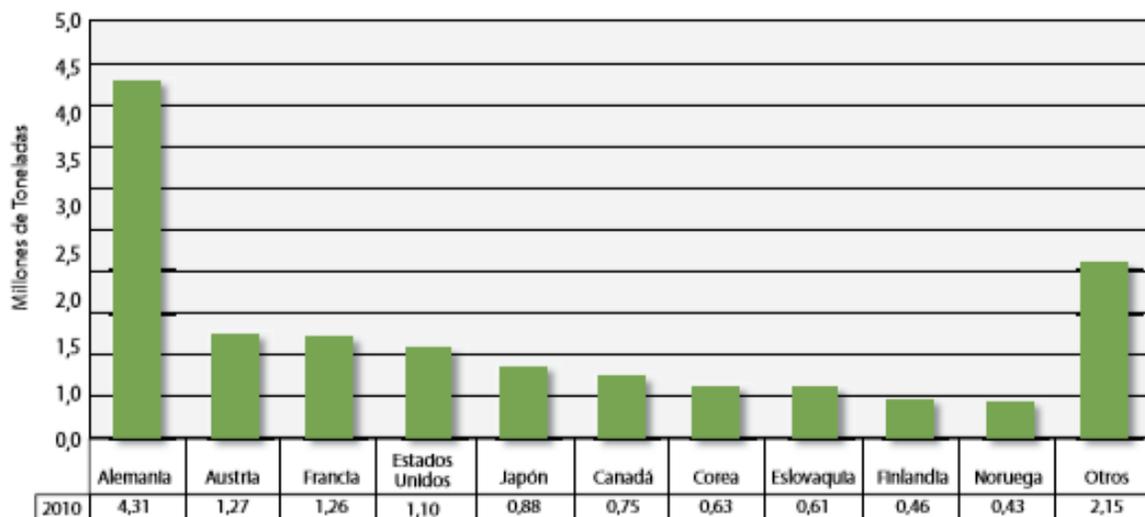
El coque, producto o residuo obtenido de la destilación de algunos carbones, es un sólido de color gris negruzco, poroso y poco denso, que arde sin llama y tiene gran poder calorífico. Contiene, en su mayor parte, carbono (92%) y el resto ceniza (8%) y se emplea principalmente como reductor en la industria siderúrgica para la fabricación de acero.

La producción estimada en el año 2.010 de coque fue de 122,6 Mt, según la información de la IEA (Agencia Internacional de Energía) del año 2.011, para los países miembros de la OECD (Organización Económica para la Cooperación y el Desarrollo), presentando un incremento en la producción anual del 17%, equivalente a 17,8 Mt, determinada por la producción principalmente de Japón, Estados Unidos, Corea, Polonia, Alemania, Inglaterra, Italia, Turquía y Francia, entre otros.

La producción de coque en Colombia para el año 2.010 fue de 2,08 Mt, volumen que supera la producción de Australia, Eslovaquia, Holanda, Austria, Suecia, Hungría y Bélgica. En el período comprendido entre 2.005 y 2.010 hubo un decrecimiento promedio en la producción de coque del 4,23% en la OECD, al pasar de 127,3 a 122,6 Mt, determinado principalmente por el descenso en la producción en dicho periodo de Estados Unidos, Turquía, Francia, Holanda, Bélgica, España y Australia.

En el año 2.010, Japón produjo la mayor cantidad de coque, con 42,2 Mt, participando con el 34,44% de la producción mundial, Estados Unidos ocupa el segundo lugar, con el 11,12%, y el tercer lugar lo ocupa Corea, con el 11,05%, según los registros para los países que conforman la OECD.

Figura 7 Producción de Carbón por País Año 2.010



Fuente: International Energy Agency (IEA) Statistics 2011, cálculos UPME

A nivel mundial las importaciones estimadas de carbón coquizable para el año 2.010 fueron de 256,2 Mt aproximadamente. El comportamiento respecto al año 2.009 demostró un incremento anual de 26,27%, estimado en aproximadamente 53,3 Mt. La región de Asia se ha constituido en el mayor importador mundial de carbón coquizable.

Según cifras de IEA para el año 2.010, el volumen importado por Asia-Oceanía ascendió a 85,4 Mt, constituyendo el 33,33% de las importaciones mundiales de dicho mineral, seguido por Asia, con 84,6 Mt, que corresponden al 33,03%.

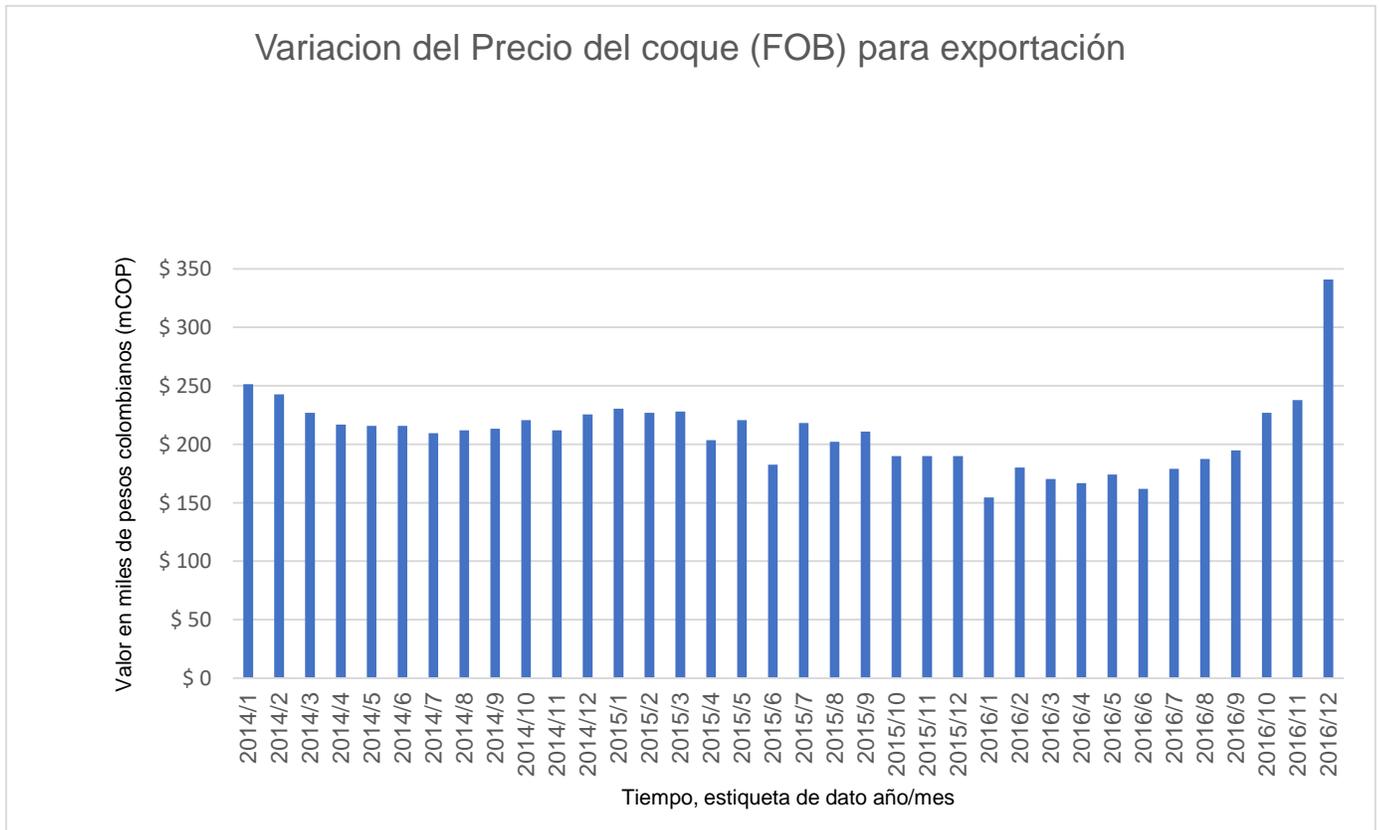
Los países europeos componen la tercera región importadora, con alrededor de 52 Mt e incremento en el volumen importado de 11,5 Mt; es decir, el 28,24% respecto al año 2.009. Latinoamérica aparece en el cuarto lugar con importaciones de 14,6 Mt mostrando de igual forma un aumento del 30,6% en su volumen importado.

En el 2.010, las cifras indican que Japón es el principal importador mundial de carbón coquizable (57,68 Mt), constituyendo el 22,5% del volumen importado. Este país aumentó las importaciones respecto al año 2.009 en un 9,84% con un monto aproximado de 5,17 Mt, al igual que China, Corea, India, Alemania, Inglaterra, España, Francia y Bélgica, que incrementaron sus importaciones. Rusia presentó una disminución del 18,67% (42.000 toneladas) en sus importaciones.

Los países de China, Corea, India, Alemania, Inglaterra, España, Francia y Bélgica importan alrededor del 54,1% del volumen total mundial.

En la Figura 8 Variación del Precio del Coque (FOB) para Exportación, se puede observar cómo fue la variación del precio del coque siderúrgico en los periodos del 2.014 al 2.016. Se identifica un precio constante durante el año 2.014 y mediados del año 2.015, luego se produce un decrecimiento continuo hasta mediados del año 2.016. Este fenómeno se debió a la sobreoferta de acero generada por China y su desaceleración.

Figura 8 Variación del Precio del Coque (FOB) para Exportación



Fuente: Portal de estadísticas Statistica

El coque colombiano

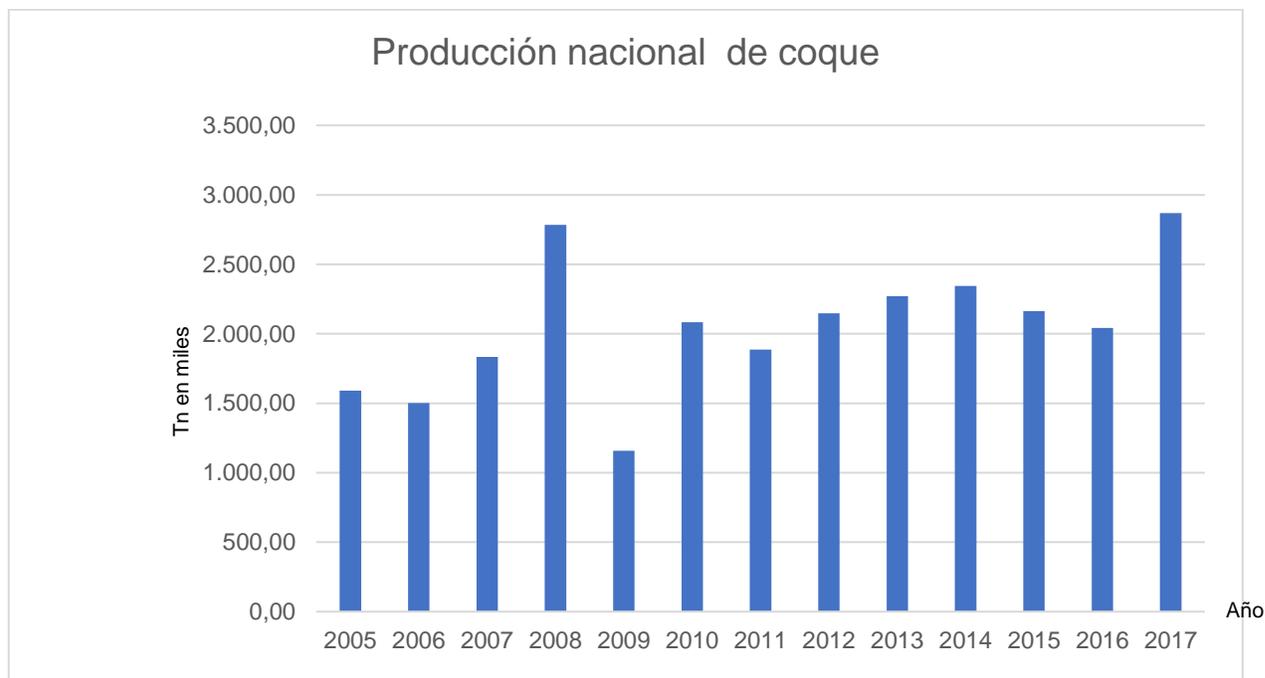
El coque colombiano se produce en los departamentos de Boyacá, Cundinamarca y Norte de Santander, donde hay un continuo crecimiento en la construcción de hornos. La producción de coque para el año 2.011 fue de 1.887,36 Kt, presentando un decrecimiento del 9,43% respecto al 2.010. Esta producción presenta un crecimiento promedio anual en el periodo 2.005 a 2.011 de aproximadamente el 14,88%; la mayor producción fue de 2.783 Kt en el año 2.008, mientras que la menor fue de 1.159 Kt en el año 2.009.

Durante el año 2.011, el 19,92% del total producido se consumió internamente para la fabricación de acero y otros usos industriales, mientras que el 80,08% se exportó a través de los puertos fluviales de Buenaventura, Santa Marta y Barranquilla, y a Venezuela y Ecuador, por los puertos secos de Cúcuta e Ipiales.

En el periodo del 2.012 al 2.016 la producción se comportó en forma parabólica con un máximo en el año 2.014. En el año 2.017 se elevó sustancialmente provocado

por el buen precio internacional, el cual ha continuado en aumento en el año 2.018 (325 USD).

Figura 9 Producción de Coque por año en Colombia en miles de Toneladas



Fuente: Análisis sectorial del coque-bolsa mercantil 2017

Factores coyunturales

Los factores coyunturales son aspectos, leyes, o sucesos que existen o que pueden existir a futuro en la sociedad y que pueden afectar de manera positiva o negativa el mercado en el cual va a estar inmerso el proyecto. Por esta razón es de suma importancia saber que existen, para poder estar preparados, en caso de que sucedan o para aprovechar alguna oportunidad debido a los mismos.

- **Precio del acero en el mundo:** El 63% de la producción mundial de acero se genera vía alto horno, una de las materias primas requeridas es el coque, por ende, si el precio del acero sube o baja, así también lo hace sus materias primas (mineral de hierro, caliza y coque). El 80% del mercado colombiano de coque se destina a exportación, por consiguiente, los cambios en los precios internacionales inciden directamente en el precio interno.
- **Climático:** Fenómenos naturales que afectan la producción de carbón metalúrgico, materia prima de la fabricación de coque.
- **Producción actual de China** (principal productor mundial de coque): Cuando frena o aumenta la producción de coque el precio sube o baja de forma inmediata.

- **Implementación del acuerdo de paz:** Dentro de los acuerdos se especifica una economía baja en emisiones de CO₂.
- **POT:** Reajuste del Plan de Ordenamiento Territorial (POT) delimita zonas industriales, que provoca una reubicación de los nuevos proyectos industriales, puede afectar la localización del proyecto.
- **Políticas generales de administración y control de eficiencia de los servicios públicos domiciliarios:** Resolución 015 del 2.018 de la Comisión de Regulación de Energía y Gas, por la cual se eliminan los subsidios a la generación de energía a partir de combustibles fósiles y se resignan a la generación a partir de energías renovables.
- **Mercado cercano para las energías renovables:** Reemplaza la energía y procesos generados por combustibles fósiles.

Fracción de la demanda que atenderá el proyecto

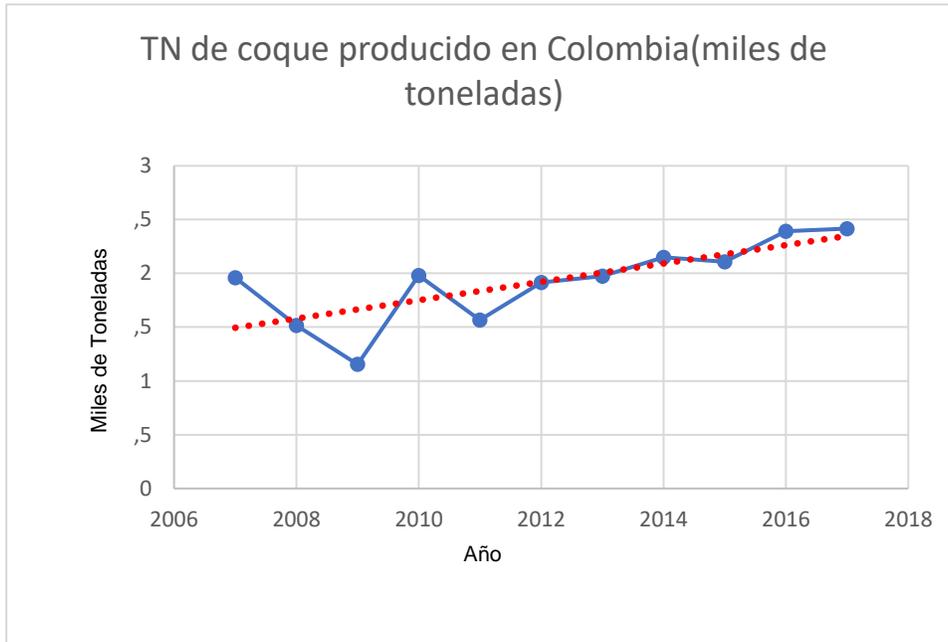
Se tomaron para el análisis los datos históricos de la producción de coque generada en Colombia, según información recopilada por la UPME y *The Statistics Portal*.

Tabla 24 Producción de Coque en Colombia

AÑO	TN de Coque Producido en Colombia (miles de toneladas)
2007	1,961
2008	1,515
2009	1,154
2010	1,980
2011	1,567
2012	1,915
2013	1,975
2014	2,150
2015	2,107
2016	2,392
2017	2,416

Fuente: *The Statistics Portal*

Figura 10 Grafica XY Dispersión de los Datos de la Tabla 24 Producción de Coque en Colombia



Fuente: Los Autores

En la Figura 10 Grafica XY Dispersión de los Datos de la Tabla 24 Producción de Coque en Colombia, podemos identificar una leve tendencia a partir del año 2011 y lo podemos ratificar al observar la línea de tendencia. Dado que se identificó un patrón con tendencia creciente, los datos serán tratados según corresponde a la serie con tendencia.

El horizonte del proyecto será de 5 años contando desde el año 2020. Es decir, se toma como año cero el año 2019 y el horizonte en el que se evaluará el proyecto será de 2020 (año 1) a 2024 (año 5). Este horizonte de planeación fue establecido por la gerencia de PETROLOGY S.A.S. manifestando que es el tiempo en el cual se espera recuperar la inversión y al cabo de este periodo, definir si es viable ampliar la capacidad de producción de la planta. Adicionalmente es un tiempo prudente para poder analizar el comportamiento del mercado del coque y la solvencia de la planta frente al mismo.

Utilizando el método de regresión simple se realiza el pronóstico para los años 2020 a 2024, y así poder estimar la producción futura para un eventual horizonte de planeación. En la Tabla 25 Regresión Lineal para el Pronóstico de la Producción de Coque en Colombia, se indican los datos obtenidos de la regresión, el alfa empleado (0,01) y la Desviación Absoluta Media (MAD=0,28) obtenida.

La MAD se efectúa calculando el valor absoluto de la diferencia de la demanda real y la demanda proyectada, se hace esta resta para cada uno de los periodos estudiados

con el fin de sumar cada uno de estos resultados y dividirlos en el número de periodos.

Con la información de la Tabla 24 Producción de Coque en Colombia, se realizó el análisis de pronóstico con regresión lineal y se encontró la siguiente proyección para el horizonte en el cual se evaluará el proyecto. (Ver Tabla 25 Regresión Lineal para el Pronóstico de la Producción de Coque en Colombia). En la regresión lineal se presenta un error bajo (MAD=0,28). Se considera un error bajo, ya que la MAD es menor a 1.

Tabla 25 Regresión Lineal para el Pronóstico de la Producción de Coque en Colombia

		0,01				
		ALFA				
AÑO	TN de Coque Producido en Colombia (miles de toneladas)	SES	ERROR	ERROR ABS	REGRESIÓN LINEAL	
2007	1,961	1,921	0,04	0,04	1,5678	
2008	1,515	1,92149	-0,41	0,41	1,6532	
2009	1,154	1,9174251	-0,76	0,76	1,7386	
2010	1,980	1,90979085	0,07	0,07	1,824	
2011	1,567	1,91049294	-0,34	0,34	1,9094	
2012	1,915	1,90705801	0,01	0,01	1,9948	
2013	1,975	1,90713743	0,07	0,07	2,0802	
2014	2,15	1,90781606	0,24	0,24	2,1656	
2015	2,107	1,9102379	0,20	0,20	2,251	
2016	2,392	1,91220552	0,48	0,48	2,3364	
2017	2,416	1,91700346	0,50	0,50	2,4218	
				0,28		
				MAD		

Fuente: Los autores

En la Tabla 26 Pronóstico Calculado para 5 Periodos, se presenta el pronóstico de producción de coque para el periodo comprendido entre los años 2020 y 2024 según la regresión lineal. La producción se comporta directamente proporcional a la demanda. Se toma únicamente el pronóstico de la producción, ya que la información encontrada del consumo nacional es bastante pobre e insuficiente; además, no es muy clara y precisa; esto debido a que la producción nacional prácticamente se destina a mercados internacionales a través de compañías colombianas exportadoras.

Tabla 26 Pronóstico Calculado para 5 Periodos

AÑO	TN COQUE (miles)
2.020	2,68
2.021	2,76
2.022	2,85
2.023	2,93
2.024	3,79

Fuente: Los autores

Se puede observar que la producción de coque en Colombia tiende a un crecimiento importante, lo que favorece que proyectos nuevos se puedan desarrollar e implementar.

El proyecto de la línea de producción y comercialización de coque de la empresa PETROLOGY S.A.S., está destinado a absorber inicialmente una pequeña parte del mercado local demandado, equivalente a un 4,9% aproximadamente, esto esquivales a 890 toneladas de las 18.200 toneladas requeridas definidas en la Tabla 22 Tonelajes y Porcentajes de Demanda Requerida. Este porcentaje se debe principalmente a que la empresa no cuenta con el capital económico necesario para la construcción de una planta de mayor capacidad de producción, el terreno que ya posee la empresa y sobre el cual están solicitados los permisos ambientales, no cuenta con el área suficiente para una planta de mayor tamaño (área que incluye zona de estabilización, almacenaje y despacho de coque, área de recepción y preparación mecánica del carbón). Adicionalmente, la empresa ya cuenta con proveedores fidelizados de carbón de los tipos requeridos para el proceso, que solo estarían en capacidad de sostener las dos actividades comerciales a las que PETROLOGY S.A.S. pretende tener (comercialización y producción de coque) sin afectar negativamente ninguna de las dos.

3.1.2.5 Estrategia de Comercialización

A continuación, se enuncian las estrategias de comercialización empleadas por las empresas competidoras.

La información presentada fue suministrada por la empresa PETROLOGY S.A.S.

- **Transcarco:**

- a) Perfil al que va dirigido: Empresas productos de coque que buscan completar sus pedidos internacionales: C.I CARBOCOQUE y C.I MILPA
- b) Producto: Coque de secado de grano y siderúrgico.
- c) Especificaciones: materia volátil <2%, cenizas 12-16%, humedad<10%, Micum40 > 75, Micum10 < 12; presentación granulometría entre 30 y 130 mm, con presencia de finos de ceniza.

- d) Precio: COP\$550.000/t, sin financiación y no existen descuentos o promociones de ningún tipo.
 - e) Plaza: Ubicada en el municipio de Guachetá - Cundinamarca, el coque se vende en la planta de recepción de los clientes y cuentan con transporte propio.
 - f) Publicidad: No utilizan publicidad
 - g) Promoción: No hay promociones.
- **Invercoal:**
 - a) Perfil al que va dirigido: Empresas productoras de coque que buscan completar sus pedidos internacionales: C.I CARBOCOQUE, C.I INTERAMERICAN COAL y C.I BULK TRADING
 - b) Producto: Coque siderúrgico materia volátil <1.3%, cenizas 12-14%, humedad<10%, Micum 40 > 77, Micun10 < 11; presentación granulométrica entre 30 y 130 mm, con presencia de finos de ceniza.
 - c) Precio: COP\$630.000/t, sin financiación y no existen descuentos o promociones de ningún tipo.
 - d) Plaza: Ubicada en el municipio de Tausa - Cundinamarca, el coque se vende en la planta de recepción de los clientes y cuentan con transporte propio.
 - e) Publicidad: Su estrategia es producir una calidad promedio que se ajuste a varios mercados, con un énfasis medio de calidad.
 - f) Promoción: No hay promociones

Estrategia seleccionada por el proyecto

En la Tabla 27 Estrategia de Comercialización que Empleará el Proyecto, se indica la estrategia de comercialización seleccionada para el proyecto.

Tabla 27 Estrategia de Comercialización que Empleará el Proyecto

Estrategia de Comercialización					
Personas	Producto	Precio	Plaza	Publicidad	Promoción
Sexo: No es relevante	Especificaciones o Características intrínsecas:	Precio: 680.000 COP\$/Tn	El coque se vende puesto en plantas de recepción de los clientes, el transporte es mixto. Propio y contratos con transportadores locales. La planta estará ubicada en el municipio de Cucunubá Cundinamarca, ya que la compañía cuenta con un lote en ese municipio	Estrategia: Ajustarse al máximo a los requerimientos de calidad de los clientes	No existen promociones
Edad: No es relevante	Materia volátil <1%	Formas de pago: quincena en caja conforme a verificación de calidad		Hacer análisis especializados (análisis último, próximo completo, Micun 40, Micun 10, CRI, CSR) en laboratorios internacionalmente reconocidos (SGS o INSPECTORATE) como carta de presentación de la calidad del producto	
Nivel de ingresos: Alto	% cenizas (12-13%)	Financiación: Si			
Nivel de educación: Medio - Superior	Humedad <8%	Descuentos (pronto pago, volumen, fidelización): No			
Ubicación Geográfica: Región Cundiboyacense	Micun 40 > 80				
El coque lo compran grandes comercializadores y productores que buscan completar y/o complementar los requerimientos exigidos por sus clientes en el exterior, los pagos se realizan en peso colombiano	Micun 10 < 11				
	Presentación: Se busca una granulometría uniforme entre 50 y 150mm				

Fuente: Los Autores

3.1.3 Costos y Beneficios

Los beneficios se obtienen de la venta del coque producido por la línea de producción y que equivale al 4,9% aproximadamente del mercado local demandado.

Se tienen gastos por publicidad correspondientes a la inscripción y patrocinio de eventos como el Congreso Nacional de Carbón que se realiza anualmente y que contempla aspectos técnicos y comerciales de empresas líderes en el sector carbonífero y de producción de coque.

Gastos correspondientes a los análisis de caracterización del coque, en un laboratorio certificado internacional (*INSPECTORATE* o *SGS*). Estos análisis permiten que los clientes conozcan el producto y tengan plena seguridad de la idoneidad de los resultados obtenidos en los análisis.

3.1.4 Conclusiones

- Dadas las condiciones del mercado es un buen momento para invertir en una línea de producción de coque, ya que se crea una nueva línea de negocio y se le da valor al producto actual de la empresa PETROLOGY S.A.S. que es la mezcla de carbones coquizables de buena calidad.
- Existe un mercado de aproximadamente 18.200 toneladas/mes de coque del cual la empresa PETROLOGY S.A.S., puede pensar en absorber una parte con la nueva línea de producción y comercialización de coque.
- El perfil del cliente al que va dirigido el proyecto, es el de las empresas productoras de coque que buscan completar sus pedidos internacionales.
- Los competidores muestran aspectos deficientes en los temas de calidad del producto que pueden ser aprovechados por la empresa PETROLOGY S.A.S. para absorber una parte importante y segura del mercado del coque.

3.1.5 Recomendaciones

- Uno de los clientes actuales de la empresa PETROLOGY S.A.S., está incursionando en la comercialización de coque y está buscando afianzar un tonelaje y calidad constante para exportar. Por lo que se recomienda que la empresa formule al cliente la posibilidad de una asociación para desarrollar la línea de producción y comercialización de coque. Esta asociación le permitirá a la empresa contar con una posible fuente de apalancamiento del proyecto, además le permitirá asegurar la compra del producto durante el horizonte de planeación garantizando un aspecto importante de su éxito.
- Por las condiciones de mercado, se recomienda la siguiente estrategia comercial, basada en el producto: coque siderúrgico, ya que es el más demandado en la

región en donde se plantea la ubicación del proyecto, este producto se destinaria a uno de los clientes actuales de la empresa PETROLOGY S.A.S. quien le ha realizado este requerimiento para complementar un pedido internacional generado a este.

- Se recomienda realizar una estrategia de comercialización para el producto que consista en realizar las pruebas necesarias de coquización y con las mezclas de carbón estandarizadas para garantizar la calidad del coque requerido por la demanda. También es importante establecer una estrategia de distribución del producto que garantice que el coque llegue a su destino en buenas condiciones granulométricas y en los tiempos establecidos con el cliente.
- A pesar de que PETROLOGY S.A.S. está enfocado en implementar la línea de producción y comercialización de coque, es importante estudiar alguna estrategia vertical hacia atrás, para involucrar la producción propia de algún carbón que soporte el proceso de coquización. Respecto al transporte, como estrategia no es muy determinante en el proyecto evaluado, ya que en la zona de influencia se cuenta con bastante oferta de este servicio y a precios asequibles.

3.2 ESTUDIO TÉCNICO

El estudio técnico es una recopilación de toda la información técnica concerniente al proyecto. Para este caso se recopila la información de las máquinas, herramientas, construcciones y puestos de trabajo necesarios, para la construcción y puesta en marcha de la línea de comercialización y producción de coque en la empresa PETROLOGY S.A.S.

El estudio técnico a nivel de prefactibilidad que a continuación se presenta, muestra el proceso de producción seleccionado, la definición de la tecnología empleada y las materias primas y materiales requeridos en el proceso de obtención del producto. Durante la evaluación de los materiales se establecen sus características y el tipo de maquinaria requerida.

Este estudio técnico centra la atención en la parte de producción, debido a que la empresa PETROLOGY S.A.S. cuenta con un departamento de mercadeo y dicho departamento se encargará de los aspectos pertenecientes a la comercialización.

3.2.1 Hallazgos

Los hallazgos que se relacionan a continuación constan de:

- Ingeniería y tecnología utilizada
- Análisis técnico del proyecto
- Materiales y equipos

3.2.1.1 Ingeniería y Tecnología

El proceso mediante el cual se obtiene el coque se denomina carbonización de alta temperatura o coquización, y consiste en un calentamiento hasta una temperatura entre 1.000 y 1.200 °C en ausencia de aire hasta eliminar prácticamente la totalidad de la materia volátil presente en el carbón, o de la mezcla de carbones (Alarcón 2.012). Alrededor del 90% del coque producido se utiliza en el proceso de fabricación de acero, vía alto horno. Actualmente las empresas productoras de coque están empleando dos tecnologías en lo que se refiere a los hornos utilizados en el proceso: hornos tipo colmena y hornos de solera, en la sección de coquización se describen con mayor detenimiento.

Balance del Proceso de Coque

Los balances de materia y energía son una de las herramientas más importantes con las que cuenta la ingeniería de procesos y se utilizan para contabilizar los flujos de materia y energía entre un determinado proceso industrial o entre las distintas operaciones que lo integran. En la Tabla 28 Balance del Proceso de Coquización y en la Tabla 29 Composición Media de los Gases Compuestos Producto del Proceso

de Coquización a continuación, se presenta el balance de materia sólida y gaseosa del proceso de coquización respectivamente.

En la Tabla 28 Balance del Proceso de Coquización, se muestra el balance de la masa al que obedece el proceso de coquización, de forma general.

Tabla 28 Balance del Proceso de Coquización

COMPUESTO	PESO (Kg)
Gases compuestos	136.7
Coque	670
Residuos	20.5
Aguas amoniacales	118.3
Alquitrán	42.15
Aceites ligeros	10.4
Amoniaco	1.3
Azufre	0.65
TOTAL	1.000

Fuente: Alarcón 2.012

Durante el proceso de coquización existe una emisión de gases compuestos, de los cuales es necesario realizar un análisis de la composición, como se muestra en la Tabla 29 Composición Media de los Gases Compuestos Producto del Proceso de Coquización.

Tabla 29 Composición Media de los Gases Compuestos Producto del Proceso de Coquización

COMPUESTO	%
H ₂	51.02
CH ₄	32.98
COMPUESTO	5.37
C ₂ H ₄	2.96
CO ₂	1.81
O ₂	0.63
N ₂	5.23
TOTAL	100

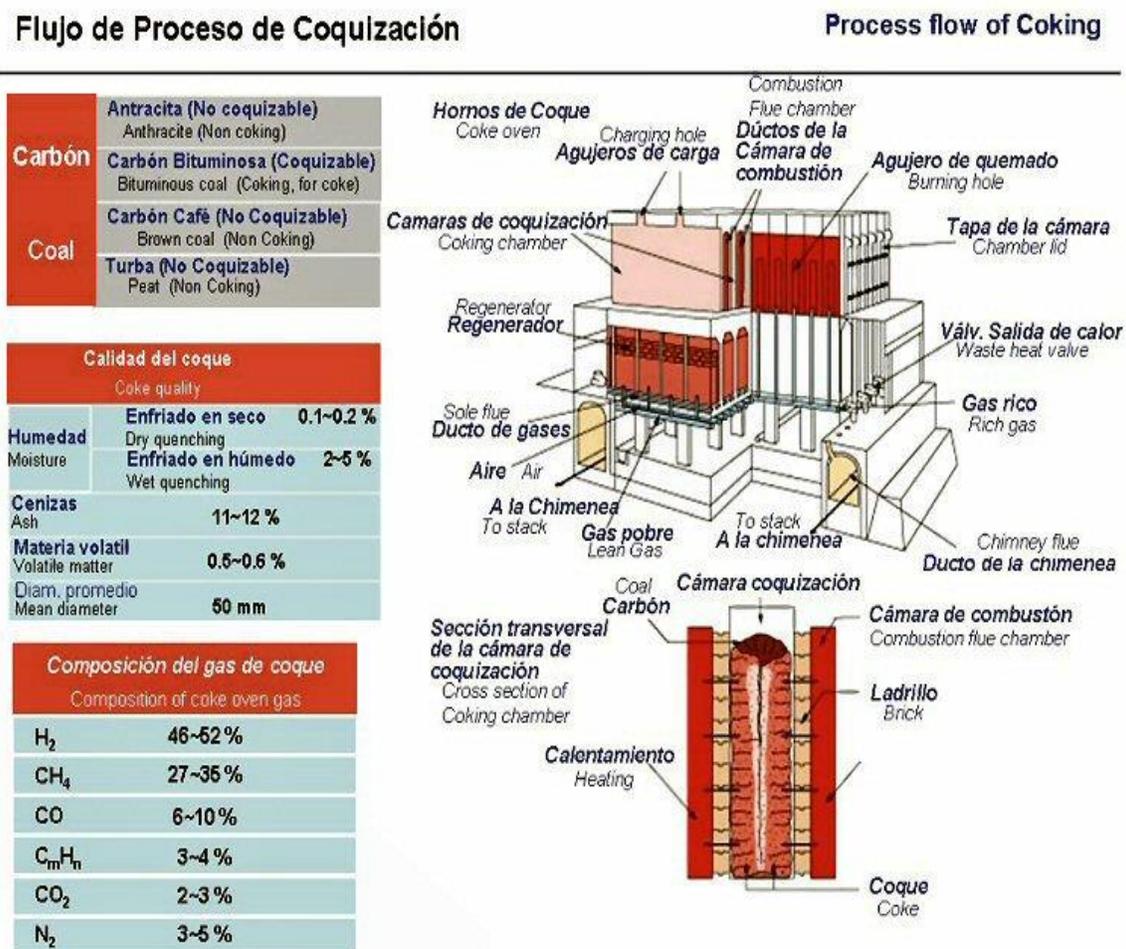
Fuente: Alarcón 2.012

Los balances de materia se basan en la ley de conservación de la materia, la cual, rigurosamente hablando, hay que aplicarla al conjunto materia-energía, y no a la materia o energía por separado.

Durante el proceso de coquización el carbón o mezcla de carbones, suceden tres etapas: La primera etapa, entre 350 – 450 °C, en la cual el carbón se reblandece, funde, pierde materias volátiles y se hincha (Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011). Normalmente en este intervalo de temperaturas se desarrolla su máxima fluidez. En la segunda etapa, entre 450 – 550 °C, el carbón comienza a endurecer y a convertirse en coque. En este intervalo de temperaturas el carbón atraviesa por un estado de cristal líquido (mesofase) que luego solidifica a un material carbonoso poroso de cierta dureza. El sólido formado a esta temperatura recibe el nombre de semicoque (Alarcón 2.012). La tercera etapa comprendida entre 550 – 1000 °C produce una pérdida de materia volátil (metano e hidrógeno) y el semicoque se transforma en coque.

A continuación, se presenta un esquema de proceso de coquización, calidad y composición:

Figura 11 Flujo de Proceso de Coquización, imagen tomada de («Cokemaking», 2017)



Materia Prima

Actualmente las empresas coquizadoras emplean tres clases de carbón (bajo, medio y alto volátil) según clasificación por rango; esto es de acuerdo con su grado de metamorfismo o alteración progresiva que involucra el carbono fijo y la materia volátil en base seca libre de materia mineral y el poder calorífico húmedo libre de materia. (Germán Darío Alarcón Gaitán, 2011)

Las mezclas empleadas por los coquizadores difieren en los porcentajes de participación de cada carbón según sea la tecnología empleada y los requerimientos de calidad del coque a producir.

3.2.1.2 Análisis Técnico del Proyecto

En este análisis se examina e incluye la localización, ubicación del proyecto y el diagrama de operaciones.

a) Localización

En los siguientes párrafos se detalla información encontrada respecto a la ubicación de producción de coque en Colombia, y con más detalle de la zona donde se ubicará el proyecto. En este apartado cabe resaltar que la empresa PETROLOGY S.A.S. cuenta con el lote para realizar el proyecto. Esta información se detalla en la sección “Ubicación del Proyecto”.

La producción de coque en Colombia se ubica principalmente en los departamentos de Cundinamarca, Boyacá y Norte de Santander principalmente. La ubicación de estas zonas de producción de coque se ve influenciada por la presencia de materia prima para suplir este proceso (carbones altos, medio y bajos volátiles según clasificación por rango de la ASTM).

El número de hornos reportados por las empresas coquizadoras en el 2.012 fue de 6.455, de los cuales el departamento de Boyacá reportó 3.256, el departamento de Cundinamarca 2.030 y el departamento de Norte de Santander 1.169, teniendo una participación del 50.44%, 31.45% y 18.11% respectivamente (Informe ejecutivo UPME No. 90 del 2.012).

b) Ubicación del Proyecto

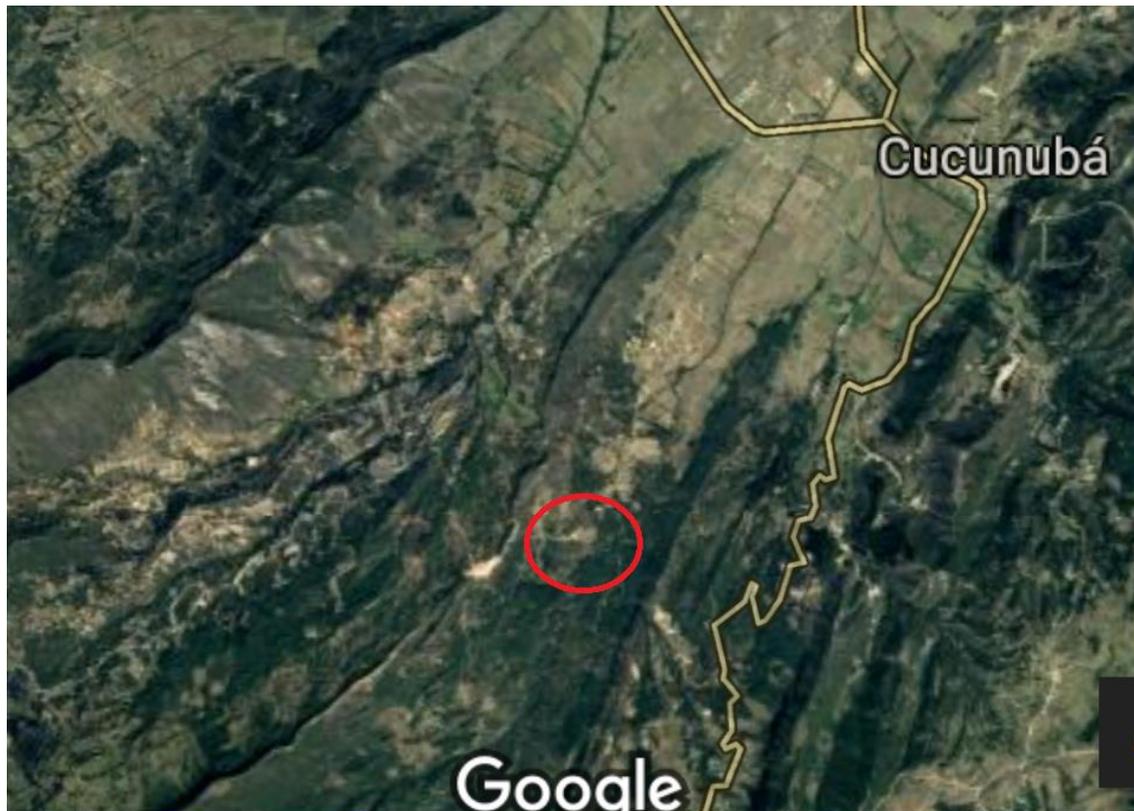
La empresa PETROLOGY S.A.S. actualmente concentra sus operaciones de comercialización en los municipios de Guachetá y Lenguazaque del departamento de Cundinamarca, zonas importantes de producción de carbones de alto rango (bajos, medios y altos volátiles), así mismo la empresa cuenta con un predio de su propiedad ubicado en el área de influencia, por lo que en este estudio no se va a incluir el cálculo de ubicación respectivo.

La ubicación del proyecto será en el municipio de Cucunubá del departamento de Cundinamarca, donde se encuentra el lote de propiedad. Este municipio cuenta con una zona industrial declarada por el Plan de Ordenamiento Territorial (POT).

La zona industrial está localizada en una zona rural, como se observa en la Figura 12 Ubicación Área de Influencia del Lote. En la zona en cuestión existen plantas de coque en funcionamiento pertenecientes a uno de los principales productores de coque de la región y de Colombia y un posible cliente de la línea de producción de coque de PETROLOGY S.A.S.

El círculo rojo sobre la Figura 12 Ubicación Área de Influencia del Lote, indica el lugar donde está ubicado el lote con un área aproximada de 12.000 m², que es propiedad de PETROLOGY S.A.S.

Figura 12 Ubicación Área de Influencia del Lote



Fuente: ("Cucunubá - Google Maps," 2018)

Área de influencia:

El área de influencia del proyecto hace referencia a la ubicación cardinal de los municipios vecinos al proyecto.

Norte: Ubaté y Lenguaque

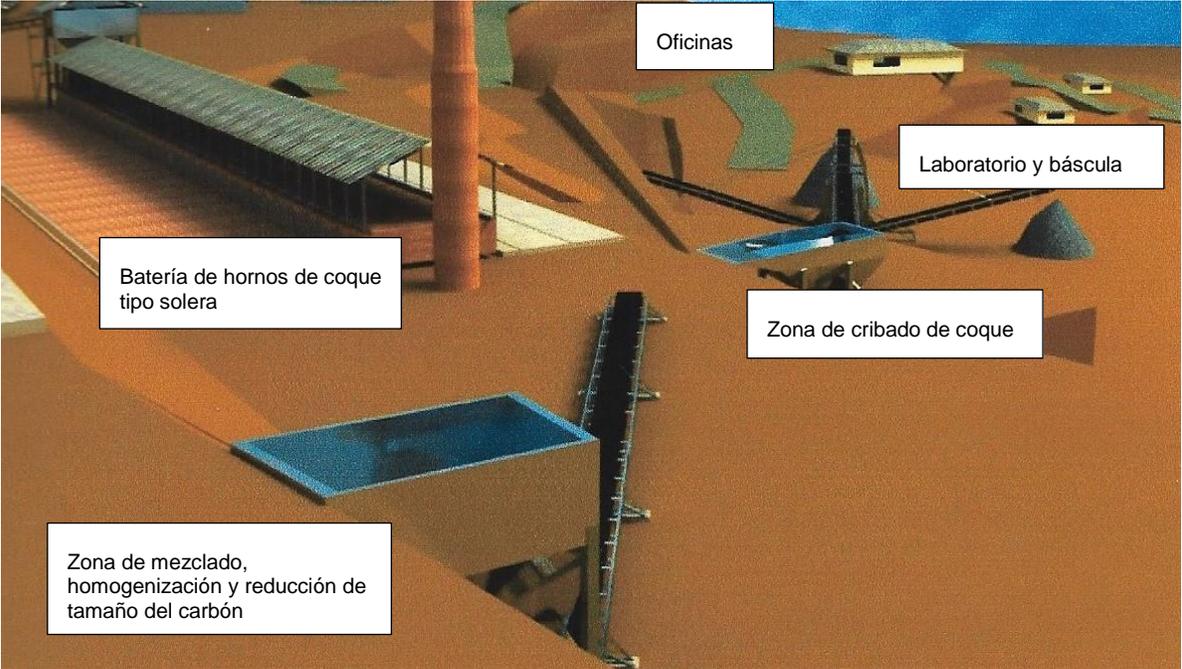
Sur: Suesca

Oriente: Lenguaque y Suesca

Occidente: Tausa Sutatausa y Ubaté

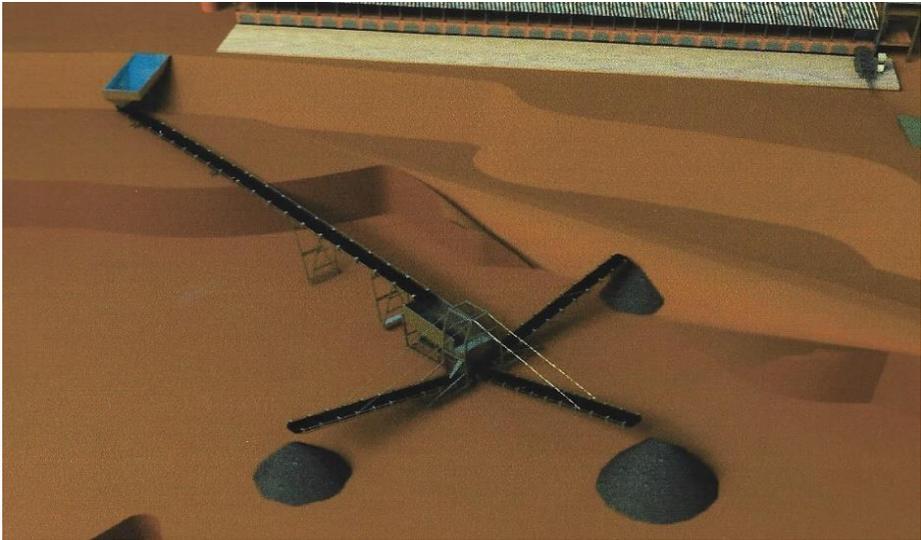
En la Figura 13 Distribución de la Planta de Coque y en la Figura 14 Zona de Cribado del Coque, se presentan unos renders indicando como sería la distribución de la planta de coque, en donde se ubican las zonas de oficinas, zona de coquización (batería de hornos), zona de cribado de coque y zona de molienda de carbón.

Figura 13 Distribución de la Planta de Coque



Fuente: Los Autores

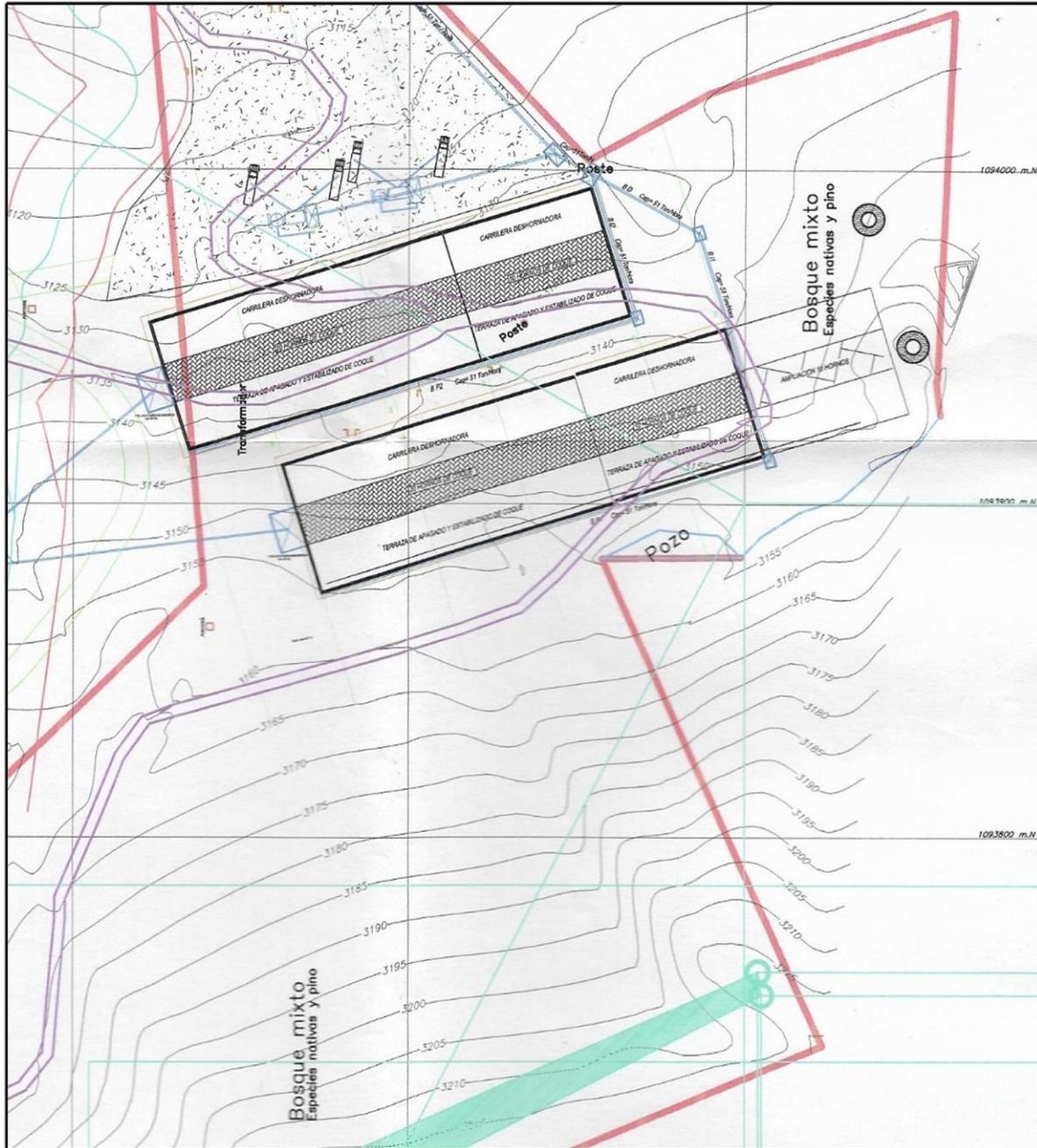
Figura 14 Zona de Cribado del Coque



Fuente: Los Autores

En la Figura 15 Distribución General de la Planta de Coque con 2 Baterías de Coque, se muestra el plano de la distribución general de la planta de coque. Inicialmente el proyecto contempla una sola batería de coque, sin embargo, dada la extensión del terreno la planta podría contemplar a un futuro una segunda batería de hornos. El área del lote es de aproximadamente 12.000 m².

Figura 15 Distribución General de la Planta de Coque con 2 Baterías de Coque



Fuente: Los autores basados en plano topográfico suministrado por PETROLOGY S.A.S.

c) Diagrama de Operaciones

En este se muestran todos los pasos en toda la secuencia de actividades dentro del proceso de coquización, que se encontró en los procesos de coquización de las plantas de producción existentes (Grupo de Investigación en Carbones y Carboquímica, U., Desarrollo e implementación de mezclas de carbón para la obtención de coque metalúrgico y control de su calidad para exportación, U. Dirección de Investigaciones, Editor. 2001, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia: Tunja. p. 43-45.)

Figura 16 Diagrama de Operaciones del Proceso de Coquización



Fuente: Autores basado en información de PETROLOGY S.A.S.

En el anterior diagrama de operaciones se describe el proceso que se debe seguir para la fabricación del coque establecido en el estudio de mercado. Para la fabricación y la comercialización se necesitan los 3 tipos de carbón que se consiguen en el mercado, luego se mezclan, se homogenizan y se pulverizan. En ese punto es necesario una inspección. Para posteriormente agregar agua y pasar al proceso de coquización (ingreso de la mezcla homogenizada al horno).

Posterior a lo descrito anteriormente se pasa al proceso de deshorne y al apagado. Se hace el cribado. Luego se pasa al almacenaje donde se realiza una nueva inspección y queda listo para el despacho.

3.2.1.3 Materiales y Equipos

De acuerdo con la información suministrada por parte de PETROLOGY S.A.S. de una tonelada de carbón se producen 0.67 toneladas de coque. Partiendo de la información anterior se listan los materiales necesarios para producir 0.67 toneladas de coque.

A continuación, se detallan todos los materiales necesarios para la operación del producto del proyecto, la cantidad de los mismos y especificación de los materiales.

Las cantidades están dadas para la producción de 0.67 toneladas de coque, las especificaciones para cada tipo de material o insumo y de acuerdo al cuadro se decide si se compra o se fabrica.

Tabla 30 Lista de Materiales e Insumos

LISTA DE MATERIALES E INSUMOS			
Nombre	Cantidad	Especificaciones	Fabricar/Comprar
Carbón tipo 1	300 kg	Carbón coquizable, bajo volátil, con cenizas inferiores al 10%, índice de hinchamiento libre mayor al 6.5, azufre inferior a 1%, materia volátil menor a 23%, reflectancia media de la vitrinita mayor a 1,4	Comprar
Carbón tipo 2	300 kg	Carbón coquizable, medio volátil, con cenizas inferiores al 10%, índice de hinchamiento libre mayor al 7, azufre inferior a 1%, reflectancia de la vitrinita mayor a 1.2, materia volátil menor a 28%	Comprar
Carbón tipo 3	400 kg	Carbón coquizable, alto volátil, con cenizas inferiores al 10%, índice de hinchamiento libre mayor al 6.5, azufre inferior a 1%, reflectancia de la vitrinita mayor a 0,8, materia volátil menor de 33%	Comprar
Mezcla Carbón	1 ton	Mezcla de carbones coquizables tipo 1, tipo 2 y tipo 3	Fabricar

LISTA DE MATERIALES E INSUMOS			
Nombre	Cantidad	Especificaciones	Fabricar/Comprar
Mezcla carbón Homogenizada	1 ton	Mezcla de carbones coquizables, con cenizas inferiores al 10%, índice de hinchamiento libre mayor al 6.5, azufre inferior a 1%, reflectancia de la vitrinita mayor a 1.15, materia volátil menor de 27,6%	Fabricar
Mezcla de carbón molido	1 ton	Mezcla de carbón coquizable con tamaño de partícula menor a 0.6 mm	Fabricar
Mezcla de carbón pulverizada	1 ton	Mezcla de carbón coquizable con tamaño de partícula menor a 0.3mm	Fabricar
Agua	1 m3	Agua residual de la explotación minera	Comprar
Coque	0,68 ton	Coque siderúrgico de resistencia mecánica M40 82, MICUM 10 9,7	Fabricar
Coque deshornado	0,67 ton	Coque siderúrgico de resistencia mecánica M40 82, MICUM 10 9,7 a 650 C	Fabricar
Coque apagado	0,68 ton	Coque siderúrgico de resistencia mecánica M40 82, MICUM 10 9,7 a 75 C	Fabricar
Coque estabilizado	0,67 ton	Coque siderúrgico de resistencia mecánica M40 84, MICUM 10 9,3 a temperatura ambiente	Fabricar

Fuente: Autores basado en información de PETROLOGY S.A.S

Cada uno de los tipos de carbón que se mencionan en la Tabla 30 Lista de Materiales e Insumos, se debe comprar. No es necesario realizar un análisis de alternativas para estos, ya que la empresa PETROLOGY S.A.S. cuenta con los proveedores de esos tipos de carbones, que son con los que comercializa actualmente.

Hoja de Ruta

La hoja de ruta es la explicación a detalle de las actividades del diagrama de operaciones. En los siguientes párrafos se describe, se hace un análisis de alternativas y se selecciona la que se cree oportuna de acuerdo a la información recolectada para cada una de las actividades del diagrama de operaciones.

El coque metalúrgico y/o siderúrgico es un material carbonoso, macro poroso de alta resistencia mecánica, producido por la carbonización de carbones o mezclas de carbones de un rango específico (generalmente bituminosos)(Germán Dario Alarcón Gaitán, 2011). En la práctica, para la fabricación del coque metalúrgico se

utilizan mezclas complejas que pueden incluir varios tipos de carbones en distintas proporciones.

En la hoja de ruta las capacidades de cada uno de los equipos están dadas con el fin de producir las 870 toneladas de coque al mes, como se indicó en el estudio de mercado. La hoja de ruta fue planeada para realizar una producción diaria cercana a las 40 toneladas de coque. Este valor se saca al dividir 870 en aproximadamente 24 días de producción al mes con deshorne cada 48 horas. (Grupo de Investigación en Carbones y Carboquímica, U., Diseño de batería de hornos para producción de coque a nivel industrial Boyacá, Editor. 1.997, ECOCARBÓN - UPTC- Universidad Francisco de Paula Santander: Tunja. p. 53. 44)

Alternativas Analizadas

Para la sección de alternativas analizadas se divide el diagrama de operaciones, y se describe a detalle las operaciones con el fin de determinar cuáles son las herramientas o maquinarias necesarias para la operación.

Analizar

Tabla 31 Operación Analizar

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Analizar: (Se rechaza si no cumple con las características, indicadas en la lista de materiales)	Balanza analítica	El laboratorio para analisis del carbón y del coque contempla varios equipos divididos en varias etapas del proceso: preparación de las muestras, secado de muestras, analisis de muestras y pesdado de muestras	5 horas	Carbón tipo 1, tipo 2 y tipo 3	Electricidad, agua y gas propano
	Horno tipo mufla				
	Desecador				
	Estufa de Humedad (electronica)				
	Horno de materia volatil				
	Kit de Hinchamiento				
	Estufa de resistencias				
	Molino				
	Pulverizador				
	Mortero				
	Crisoles de porcelana				
	Crisoles de cromoniquel				
	Pinzas				
	Cuchara				
	Pesasustancias				
Careta de temperatura					
Guantes de temperatura					

Fuente: Los Autores

De la operación “Analizar” se toman los equipos con los que PETROLOGY S.A.S. cuenta actualmente para realizar esta operación.

Crisoles de cromo níquel:

Figura 17 Crisoles de Cromo Níquel



Fuente: ("Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio Diameter: 30mm; Thickness: 1.0mm Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio," n.d.)

Tabla 32 Características Requeridas para los Crisoles

CARACTERÍSTICAS CRISOLES		
Temperatura Máxima	Capacidad	Material
320°C	15 ml	Níquel

Fuente: Los Autores

Opciones encontradas para crisoles de cromo níquel:

- **Nickel Electro™** crisoles de níquel de laboratorio («Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio Diameter: 30mm; Thickness: 1.0mm Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio», 2018)

Tabla 33 Características encontradas Crisol 1

CARACTERÍSTICAS			
Temperatura Máxima	Capacidad	Material	Precio
350°C	15 ml	Níquel	18.84€

Fuente: Los Autores

- **Nickel Electro™** crisoles de níquel de laboratorio («Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio Diameter: 45mm; Thickness: 1.5mm Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio», 2018)

Tabla 34 Características encontradas Crisol 2

CARACTERÍSTICAS			
Temperatura Máxima	Capacidad	Material	Precio
350°C	50 ml	Níquel	41.76€

Fuente: Los Autores

De las ofertas encontradas en el mercado se escoge la primera opción, ya que cumple con todas las características técnicas a un menor precio.

• Mezclado

El mezclado consiste en la homogenización de los carbones en tamaño bruto; es decir sin ningún proceso de reducción de tamaño previo.

Tabla 35 Operación Mezclado

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Mezclado	Tolva	Metálica Capacidad de 50m ³	30 minutos	Carbón analizado tipo 1 Carbón analizado tipo 2 Carbón analizado tipo 3	ACPM Electricidad
	Cargador Diesel	De ruedas Capacidad de valde 3 m ³ Con Pala			
	Motor eléctrico	Trifásico de 10 hp			

Fuente: Los Autores

• Tolva

Tabla 36 Características Requeridas Tolva

CARACTERÍSTICAS TOLVA		
Material	Capacidad	Precio
Metálica	50m ³	COP\$ 11.000.000

Fuente: Los Autores

De acuerdo al material y la capacidad de la tolva metálica en el mercado colombiano no se encuentran tolvas metálicas de ese tamaño. Para esa capacidad se encuentra una tolva metálica de la marca LIPPEL, que es un fabricante brasilero («Tolvas de recepción y dosaje - ML | Lippel», 2018).

Figura 18 Tolva metálica LIPPEL de 50m3



Fuente: Tomado de página LIPPEL

• Cargador Diesel

Un cargador Diesel es un vehículo que como su nombre lo indica es necesario para cargar el carbón de una operación a otra y al final es necesario para el cargado de las volquetas. Se presenta las características necesarias para el cargador, las alternativas encontradas en el mercado y la selección de la alternativa para el proyecto.

Tabla 37 Características Requeridas Cargador

CARACTERÍSTICAS CARGADOR		
Tipo de transporte	Capacidad de balde	Atributos
llantas	3m ³	Con pala

Fuente: Los Autores

Figura 19 Cargador Diesel



Fuente: («Maquinaria Pesada: CARGADOR FRONTAL ZL50H», 2009)

Opciones encontradas para cargadores Diesel:

Tabla 38 Características de las opciones para Cargador Diesel en el Mercado

Marca	Precio	Capacidad	Modelo	Link información
KOMATSU Wa250	180.000.000 COP	2.7 m ³	2.005	https://articulo.tucarro.com.co/MCO-482553314-cargadores-komatsu-wa250-2005-_JM
VOLVO L120E	155.000.000 COP	3.0 m ³	2.006	https://articulo.tucarro.com.co/MCO-483579702-cargador-_JM
CATERPILLAR 950H	316.500.000 COP	3.1 m ³	2.011	https://articulo.tucarro.com.co/MCO-480589115-cargadora-usada-caterpillar-950h-2011-4868h-en-venta-_JM
FOTÓN FL936F	144.000.000 COP	2 m ³	2.019	https://vehiculo.mercadolibre.com.co/MCO-481843531-cargador-foton-fl936f-maquinaria-amarilla-foton-_JM

Fuente: Los Autores

De las ofertas que se encuentran en el mercado, los cargadores Komatsu y Fotón se descartan debido a que su capacidad es inferior a la necesaria.

Para la selección del cargador más adecuado quedan las opciones del cargador Volvo modelo 2.006 por un precio de COP \$155.000.000 o el cargador Caterpillar 950H modelo 2.011 por un precio de COP \$316.500.000. Ya que los dos cargadores se adecúan a las necesidades planteadas.

Para la selección del cargador el aspecto que más se tiene en cuenta al comparar las dos opciones restantes es el modelo de la maquinaria. Basándose solo en la información técnica y de operabilidad y respuesta rápida frente a los repuestos y mantenimientos.

- **Motor eléctrico**

Figura 20 Motor eléctrico



Fuente: («10 Hp 3 Ph Motor Eléctrico Trifásico Em3313t Baldor 1770 Rpm - \$ 4.739.582 en Mercado Libre», 2018)

Tabla 39 Características Requeridas Motor Eléctrico

CARACTERÍSTICAS MOTOR ELÉCTRICO	
Sistema eléctrico	Potencia
Trifásico	10hp

Fuente: Los Autores

Alternativas halladas en el mercado para motores eléctricos:

Tabla 40 Alternativas para Motores Eléctricos en el Mercado

Marca	Potencia	RPM	Eficiencia Nominal	Peso (Kg)	Precio (COP)	Link información
Baldor	10hp	1450	90.2%	71.7	3.960.000 + envío desde chile	https://www.feram.cl/productos/maquinas_y_equipos-45/motores-284/motores_ac_trifasico-266/motor_electrico_trifasico_10hp_1450rpm-760_2300.html
Baldor	10hp	1770	90.2%	71.7	4.740.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-473697028-10-hp-3-ph-motor-electrico-trifasico-em3313t-baldor-1770-rpm-_JM
Siemens	10hp	3600	--	--	1.200.000	https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-452896769-vendo-motor-trifasico-de-10-hp-a-3600-rpm-_JM

Fuente: Los Autores

Para las opciones analizadas, por la falta de información acerca del motor Siemens se descarta automáticamente, aunque su precio sea el mejor de todos.

Queda la opción de los dos motores eléctricos Baldor. Para este se investiga acerca del precio del envío desde Chile a Colombia. El envío de esta mercancía de Chile a Colombia cuesta 620 USD de acuerdo a www.onlineservices.kuehnel.com, («Quote request | Seafreight | myKN», 2017) en pesos colombianos es de \$ 1.859.535. es decir, el motor terminaría costando más de \$ 5.000.000. por esta razón se recomienda la adquisición del motor Baldor que cuesta \$4.740.000.

Reducción de Tamaño de la Materia Prima

Esta etapa la componen los procesos de homogenización, molienda y pulverización de la mezcla de carbones. Se realiza una reducción primaria con la molienda y posteriormente una reducción secundaria con la pulverización, el equipo empleado es de similares características a excepción del diámetro de rejilla que es menor para obtener un tamaño de partícula de 3mm, sin embargo, el fabricante está en capacidad de entregar una rejilla acorde a las necesidades del proyecto.

Tabla 41 Operaciones de Reducción de Tamaño

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Homogenización	Mezclador de tornillo sin fin	Capacidad 4 toneladas/minuto	15 minutos	Mezcla de carbón	Electricidad
	Motor eléctrico	20hp			
Molienda	Molino de martillos	80 toneladas/hora	1.5 horas	Mezcla de carbón homogenizada	Electricidad
	Motor eléctrico	20hp			
Pulverización	Molino de martillos Motor eléctrico	90 toneladas/hora 20 hp	2 horas	Carbón molido	Electricidad

Autor: Elaboración propia basado en información suministrada por la empresa PETROLOGY S.A.S.

Para la reducción del tamaño de la materia prima se necesitan los siguientes equipos:

- **Homogeneizador:**

El homogeneizador es una herramienta que se encarga de realizar un mezclado de las tres clases de carbón empleados en la mezcla para coquizar. De acuerdo a la información técnica este es el instrumento necesario para realizar la operación de homogenizar.

El único proveedor del homogeneizador que cumple con las especificaciones técnicas es el grupo koneko, por esta razón solo se consideraron alternativas que este tiene para la venta.

Figura 21 Tornillo Sinfín



Fuente: («grupokoneko», 2018)

Para el mercado colombiano, el grupo koneko tiene este tipo de mezcladores, con todos los accesorios necesarios, su costo promedio es de CO\$ 14.000.000.

Tabla 42 Código de Solicitud grupo Koneko

	Ø NOM. [D][in]	RANGO LONG. [L][m]	RANGO POTENCIA [W][HP]	CAUDAL ESTANDAR		ANGULO [α][°]
				Lbs/min	Ton/h	
KTS.168	6"	1-15	3-10	1050	29	0°-45°
KTS.219	8"	1-15	7,5-20	2800	80	
KTS.273	10"	1-15	7,5-20	4000	115	
CODIGO DE SOLICITUD						
KTS-(Ø Nom. [in . mm])-(Longitud. [m])-(potencia del motor [HP])						
Ejemplo: (KTS-219-7-10) = (8" diámetro - 7m longitud - 10 HP potencia)						

Fuente («grupokoneko», 2018)

Conforme a la información de la Tabla 42 Código de Solicitud grupo Koneko y realizando una búsqueda en los catálogos suministrados en la página del grupo koneko, la referencia para la aplicación que necesita el proyecto es KTS- 018-12-20 («Tornillos Sinfin | KONEKO», 2018), diámetro nominal de 8 in, 12 m de longitud, para un motor de 20 hp de potencia.

- **Molino de Martillos**

Figura 22 Molino de Martillos



Fuente: («Molino de martillos», 2018)

Tabla 43 Características Molino de Martillos

CARACTERÍSTICAS MOLINO DE MARTILLOS	
Rendimiento	Potencia
80 t/h	20hp

Fuente: Los Autores

Para el molino de martillos se encontraron los siguientes modelos que se acercan al rendimiento o a la potencia requerida.

Tabla 44 Características Técnicas de Molino de Martillos

Marca	Modelo	Velocidad Rotación Rotor (R/Min)	Tamaño Entrada (Mm)	Máximo Tamaño Entrada (Mm)	Tamaño Salida (Mm)	Capacidad (T/H)	Potencia Motor	Numero Martillos (Pcs)
LIMING	PC4008-75	800-1000	320x930	0-70	0-3	35-50	100.5 hp	18
ZENITH	HM4008-75	800-1000	320x930	0-30	0-3	8-15	100.5 hp	
TECMAQ	MA-60/75	800-1250	333x750				107/120 hp	
SBM	PC300x400			0-100	0-15	3-8	15 hp	16

Tabla 45 Modelo del Molino y fuente de información

Modelo	Link información
PC4008-75	https://www.break-day.com/es/35.htm
HM4008-75	https://es.made-in-china.com/co_zenithdream/product_Zenith-Mining-Machinery-Gold-Hammer-Mill-for-Sale_rsueeeegg.html
MA-60/75	http://www.tecmaqsrl.com/index.php?put=producto-amp&id=14
PC300x400	https://es.made-in-china.com/co_shshibang/product_Buy-China-Low-Cost-Small-Hammer-Mill-Gold-Hammer-Mill_ehuhyirg.html

De las opciones encontradas, se ve que ninguno cumple con la capacidad que demanda el proyecto. Por esta razón se sugiere adquirir 2 molinos de martillo modelo PC4008-75, que, aunque sobrepasan la potencia necesaria en los requerimientos, cumplen con la capacidad que se necesita para el proyecto. De acuerdo con la información suministrada por PETROLOGY S.A.S. su valor oscila entre CO\$ 45.000.000 y CO\$ 50.000.000.

- **Coquización**

En la Tabla 46 Operación de Coquización, se muestra los equipos necesarios para realizar el proceso de coquización.

Tabla 46 Operación de Coquización

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Coquización	Horno de coquización	Tipo solera Capacidad 6 toneladas	24 horas	Carbón Pulverizado	Agua
	Compactadores	Metálicos 6 m de longitud Con terminación rectangular de 40x30cm Espesor lámina de paleta 1cm			

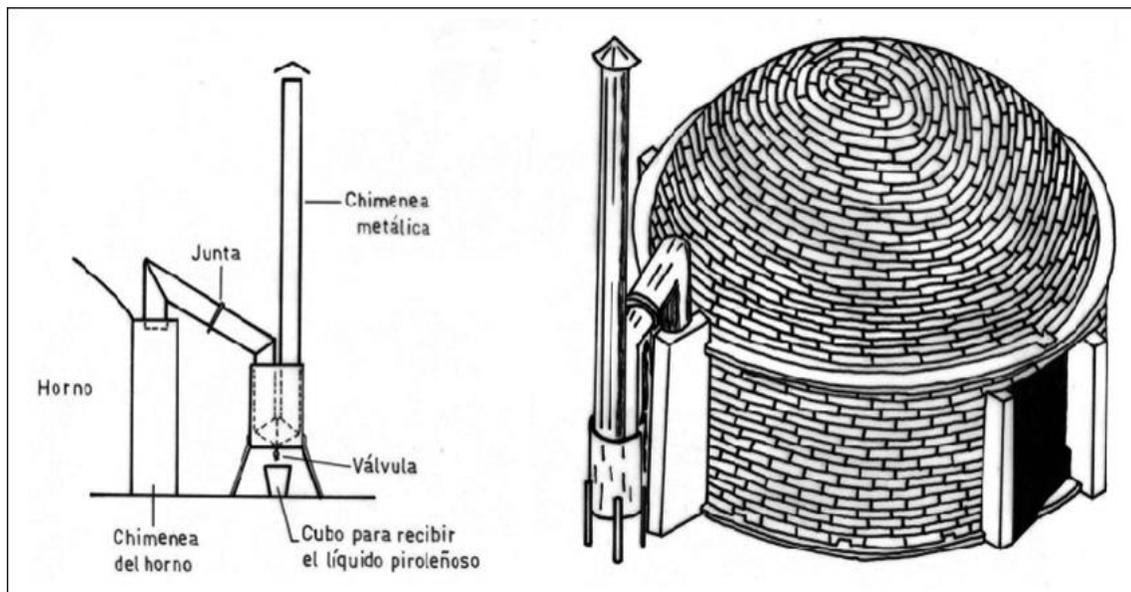
Fuente: Los Autores

En Colombia se utilizan desde hace muchos años tres tecnologías para la fabricación de coque: hornos colmena, hornos de solera y hornos verticales.

- **Hornos Colmena**

Consisten en una cámara semiesférica con una bóveda en forma de domo. El diámetro interno oscila entre 2,5m y 3m, mientras que la altura está entre 3m y 4m. La mayor limitación es su baja capacidad de producción, ya que los de mayor tamaño solamente alcanzan a producir alrededor de 3 toneladas de coque por cada 5 toneladas de carbón alimentado, con un tiempo de coquización que, en el mejor de los casos, es de 48 horas. Otro problema asociado con la operación de estos hornos es la descarga a la atmósfera de gases y productos de combustión altamente contaminantes, aún con la utilización de la chimenea. (Grupo de Investigación en Carbones y Carboquímica, U., Diseño de batería de hornos para producción de coque a nivel industrial Boyacá, Editor. 1.997)

Figura 23 Hornos Tipo Colmena



Fuente: (Jiménez, 1999)

- **Hornos de Solera o Semisolera**

Son hornos de forma semicilíndrica y con su base dispuesta de forma rectangular. Se caracterizan porque en la parte interna de cada muro se localizan una serie de conductos, los cuales se comunican con el piso o solera. Los gases generados durante el proceso de coquización se obligan a circular por la solera, donde se inyecta aire para su combustión. Los productos gaseosos de esta combustión transfieren su calor a la solera y a las paredes, favoreciendo tiempos cortos de coquización (24 horas). No permite recuperación de subproductos, aunque sería factible utilizar el calor en procesos de cogeneración eléctrica. El rendimiento en coque de este tipo de horno es superior al 65% (Grupo de Investigación en Carbones y Carboquímica, U., Diseño de batería de hornos para producción de coque a nivel industrial Boyacá, Editor. 1.997).

Figura 24 Hornos Tipo Solera



Fuente(«Control transporte de coque - YouTube», 2015)

- **Hornos Verticales con Recuperación de Subproductos**

Es el proceso de coquización más utilizado en el mundo para la fabricación de coque de alta calidad y consta esencialmente de tres secciones: Una destinada al recibo, manejo y preparación de los diversos carbones que se utilizan para conformar la mezcla que se carga a los hornos; la batería, la cual está constituida por un conjunto de hornos verticales, colocados uno a continuación del otro, pero separados entre sí por una cámara de combustión y una sección donde se separa el gas del coque y se recuperan compuestos aromáticos (alquitrán, naftalina, benzoles, toluoles y xiloles).

Los hornos verticales producen la mejor calidad de coque dado que se optimiza la transferencia indirecta de calor a la masa de carbón. La limitación que afecta esta tecnología es la elevada inversión inicial y el hecho de que este tipo de hornos, una vez entran en operación, no pueden apagarse, ni trabajar a temperaturas bajas, pues existe el riesgo de que se produzcan daños irreparables en el refractario de las paredes internas de estos. Su estructura es metálica principalmente y el refractario utilizado generalmente no se produce en Colombia dadas sus características específicas por lo que debe ser importado.

Figura 25 Hornos Verticales con Recuperación de Subproductos



Fuente: Tomado de: («coque metalúrgico», 2013)

De las tres alternativas de hornos de coquización la que más se adecua al proyecto es la de solera o semi solera, ya que el costo de fabricación y mantenimiento es bajo con respecto a la batería de hornos verticales, además tienen menor riesgo de avería por transferencias de calor inapropiadas, presenta buenos porcentajes de rendimiento de coque respecto a las otras opciones y su refractario es de una especificación menor que los de paredes verticales.

Los hornos de solera o semisolera, así como los verticales utilizan los gases producidos para realizar una poscombustión con el fin de utilizar la energía generada por estos.

Respecto a los hornos de colmena, los hornos de solera o semi solera son más costosos, pero presentan rendimientos mayores y los niveles de contaminación son muy inferiores respecto a estos; Su mantenimiento y los materiales de fabricación

son similares al de los hornos de colmena por lo que es un valor agregado en su construcción.

En la zona de influencia y en donde se localizará el proyecto se cuenta con personal con experiencia en la fabricación de hornos de tipo de solera o semi solera, así mismo en municipios cercanos al área donde se ubicará el proyecto como son Tausa y Simijaca, cuentan con fabricación de ladrillos refractarios y semi refractarios y corrientes requeridos en la fabricación de este tipo de hornos.

Deshorne y Apagado del Coque

En esta etapa el coque es retirado del horno y apagado con agua (reducción de temperatura de 900°C a 450°C)

Tabla 47 Operación de Deshorne y Apagado

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Deshorne	Deshornador	Rastrillo metálico de tubo galvanizado, con terminación en tenedor	30 minutos	Coque	
Apagado	Motobomba eléctrica	2 hp	30 minutos	Coque deshornado	Electricidad Agua
	Manguera	Diametro: 1 in			
	Tubería	Galvanizada Diametro: 1 in			
	Tanque Almacenaje de agua	Capacidad de 5.000 Litros			

Fuente: Elaboración propia basado en información suministrada por la empresa PETROLOGY S.A.S.

PETROLOGY S.A.S. cuenta actualmente con los equipos para la operación de deshorne y apagado, por este motivo no se presentan alternativas.

Cribado

En este proceso el coque frio se somete a una reducción de tamaño y un cribado para ajustar la granulometría requerida y mejorar la resistencia mecánica al eliminar el material de menor resistencia

Tabla 48 Operación de Cribado

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Cribado	Criba	3 Secciones en acero al carbón	1 hora	Coque apagado	Electricidad
	Molino de rodillo dentado	capacidad de 30 tn/hora			
	Motor eléctrico	15hp			
	Cargador Diesel	De ruedas Capacidad de valde 3 m³ Con Pala			

Fuente: Elaboración propia basado en información suministrada por la empresa PETROLOGY S.A.S.

Para la operación de cribado se necesita criba, molino de rodillo dentado y cargador Diesel, se presentan las alternativas para criba y molino de rodillo dentado, ya que la selección del cargador Diesel, se realizó en la operación de mezclado.

- **Criba**

La característica principal para la criba es que debe ser de 3 secciones en acero al carbón.

La criba vibratoria en principio se utiliza para las operaciones de filtrar después de triturar los materiales.

Figura 26 Criba



Fuente: («JOYAL-Criba vibratoria», 2018)

Tabla 49 Características Técnicas de Cribas

Marca	Modelo	Tamaño Superficie De Criba (Mm)	Capas De Criba	Tamaño Agujero De Criba (Mm)	Max Tamaño De Alimentación (Mm)	Capacidad (T/H)	Potencia De Motor (Hp)	Peso (Tn)
JOYAL	2YZS1237	3.700x1.200	2	3-50	200	10-80	15 hp	--
ATHEGSUR PERU	2YK1225	1.220x2.500	2	--	200	8-60	7 hp	3,5
JXSC	SZZ2600 x1200		2	1-25	40	10-20	--	2.2
BAITE	2YK-1548	1.500x4.800	2	1-70	120	50-200	15hp	--

Tabla 50 Modelo de Criba y Fuente de Información

Modelo	Link información
2YZS1237	http://www.crusherinc.com/es/Vibrating-Screen.html
2YK1225	https://es.slideshare.net/athegsurperu/zaranda-o-criba-vibratoria
SZZ2600x1200	https://spanish.alibaba.com/product-detail/criba-vibratoria-tamiz-vibratorio-lineal-venta-en-caliente-60646424996.html
2YK-1548	https://es.made-in-china.com/co_chinamagnet/product_Yk-Series-Circular-Vibrating-Sieve-for-Crushed-Stone-Material-Coal-Limestone-Gold-Ore-Copper-Ore-Granite-Aggregate-Crushing-Plant_eyyieygey.html

Para las alternativas halladas, todas cumplen con las características técnicas, por esta razón se escoge la que necesite una menor potencia de alimentación y que reciba el máximo tamaño de alimentación. El modelo que cumple con todas las condiciones es el de la Criba 2YK1225. De acuerdo con la información suministrada por PETROLOGY S.A.S. su valor oscila entre CO\$ 85.000.000 y CO\$ 90.000.000.

- **Molino de Rodillo Dentado**

Figura 27 Molino de Rodillo Dentado



Fuente: («Trituradora de rodillo doble trituradora de Rodillos Trituradoras de rodillos Trituradora de rodillo dentado – Trituradora de rodillo doble trituradora de Rodillos Trituradoras de rodillos Trituradora de rodillo dentado proporcionado por Shanghai DingBo H», 2018)

La característica principal para el molino de rodillo dentado debe ser de Capacidad de 30t/h.

Tabla 51 Características Técnicas de Molino de Rodillo Dentado

Marca	Modelo	Rollo de Diámetro (Mm)	Rollo de Longitud (Mm)	Max Alimentación (Mm)	Descargar el Tamaño (Mm)	Producción (T/H)
DINGBO MACHINERY	2PGC450x500	450	500	200-500	25-125	30-60
HUAHONG	2PGC-450x550	450	500	200-500	25-125	30-60

Fuente: Los Autores

Tabla 52 Modelo de Molino de Rodillo Dentado y Fuente de Información

Modelo	Link información
2PGC450x500	https://es.made-in-china.com/co_dingbozhonggong/product_Double-Roll-Crusher-Roller-Crusher-Roller-Crusher-Toothed-Roll-Crusher_egysyhog.html
2PGC-450x550	https://spanish.alibaba.com/product-detail/double-toothed-crusher-toothed-roll-crusher-for-sale-473861895.html

Para el caso del molino de rodillo dentado, cualquiera de las dos opciones es válida, ya que desde el punto de vista técnico las dos cumplen con los requerimientos, para satisfacer la producción. Se emplea un molino de rodillo dentado porque evita la fracturación en tamaños finos del coque. De acuerdo con la información suministrada por PETROLOGY S.A.S. su valor oscila entre CO\$ 48.000.000 y CO\$ 53.000.000.

Almacenaje y Despacho

En este proceso el coque es ajustado granulométricamente, se apila y almacena según tamaño (finos, coquecillo y coque) y se despacha en tractocamiones de 34 ton hacia los puertos de recibo o volquetas de capacidad de 15 ton hacia las plantas locales de compra.

Tabla 53 Hoja de Ruta Coque

HOJA DE RUTA COQUE					
OPERACIÓN	EQUIPO	Características equipo	TIEMPO	MATERIAS PRIMAS	INSUMOS
Almacenaje	Cargador Diesel	De ruedas Capacidad de valde 3 m ³ Con Pala	1 hora	Coque cribado	ACPM
	Volqueta	Doble troque Diesel			
Despacho	Cargador Diesel	De ruedas Capacidad de valde 3 m ³ Con Pala	2 horas	Coque almacenado	ACPM

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Para la operación de almacenaje se requiere nuevamente el cargador Diesel y una volqueta.

El cargador Diesel ya fue seleccionado anteriormente y puede ser utilizado en las diferentes operaciones, ya que estas operaciones siguen un patrón secuencial.

Se recomienda adquirir una volqueta de las mismas características actuales con la que cuenta la empresa PETROLOGY S.A.S.; debido a sus características mecánicas y de capacidad, esta volqueta corresponde a un vehículo doble troque marca internacional 7.600 modelo 2009. La volqueta será utilizada para el proyecto. Tanto en la etapa de montaje (movimientos internos de tierra) cómo de producción (movimientos internos de coque y carbón).

3.2.2 Recursos Necesarios

En esta sección se determinan los recursos necesarios de equipos materiales y mano de obra para la operación y operación de la línea de producción.

3.2.2.1 Cálculo de los Recursos Necesarios para la Operación

El cálculo de los recursos necesarios para la operación tiene objetivo determinar el número de personas que se requieren para trabajar en cada una de las operaciones descritas en la hoja de ruta. Este cálculo se realiza de la siguiente forma:

- a) Se determina el número para la medida unidades/día, esta medida es la cantidad de veces que se requiere hacer la operación en el día. Se ha calculado cuantas unidades se deben hacer al día con el fin de producir las 870 toneladas de coque al mes.
- b) Es estima el tiempo estándar de la operación en minutos.
- c) Se multiplica la medida unidades día por el tiempo estándar, con el fin de determinar el tiempo diario que se debe destinar a esta operación
- d) El tiempo destinado a esta operación se pasa a horas
- e) El tiempo en horas destinado a cada operación se divide en el número de horas de la jornada laboral, este resultado nos da la cantidad de personal que se necesita por operación.

El proceso descrito anteriormente es el que gobierna los cuadros siguientes en los cuales se calcula la cantidad de personal por operación.

Los valores de “Unidades/día” y los tiempos estándar fueron suministrados por la empresa PETROLOGY S.A.S., ya que ellos cuentan con profesionales que conocen las duraciones y las capacidades para este tipo de operaciones.

Las tablas siguientes obedecen a las descripciones anteriores y fueron separadas para cada una de las operaciones de la hoja de ruta, los valores de No. de equipos se toman de la sección anterior donde se detallan los equipos por operación.

Tabla 54 Cálculo de Recursos para Análisis de Carbón

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Análisis de carbón	Unidades/día	15		
	Tiempo estándar	30		
	Tiempo total necesario	450	7.50	0.94
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Laboratorio para análisis de carbón y coque				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S

Tabla 55 Cálculo de Recursos para Mezclado de Carbón

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Mezclado de carbón	Unidades/día	120		
	Tiempo estándar	3		
	Tiempo total necesario	360	6	0.75
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Cargador Caterpillar con capacidad de 3 metros cúbicos				1
3 tolvas de metal cónicas con capacidad de 70 Ton cada una con dosificador automático				

Fuente: PETROLOGY S.A.S

Tabla 56 Cálculo de Recursos para Homogenizado de Carbones

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Homogenizado de carbonos	Unidades/día	120		
	Tiempo estándar	4		
	Tiempo total necesario	480	8	1
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Homogeneizador de tornillo con capacidad de 35 Tn/hora				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Tabla 57 Cálculo de Recursos para Molienda

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Molienda	Unidades/día	120		
	Tiempo estándar	3		
	Tiempo total necesario	360	6	0.75
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Molino de martillos con abertura de rejilla de 0,5 mm con capacidad 80 Tn /hora				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Tabla 58 Cálculo de Recursos para Pulverización

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Pulverización	Unidades/día	120		
	Tiempo estándar	4		
	Tiempo total necesario	480	8	1
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Molino de matillos con abertura de rejillas de 0,3 mm y capacidad de 90 Ton/hora				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Tabla 59 Cálculo de Recursos para Coquización

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Coquización	Unidades/día	8		
	Tiempo estándar	1.440		
	Tiempo total necesario	11.520	192	24
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Horno de coquización tipo solera con capacidad de 6 ton				16
Tiempo de coquización de 24 horas				

Fuente: PETROLOGY S.A.S

Tabla 60 Cálculo de Recursos para Deshornado

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Deshornado	Unidades/día	8		
	Tiempo estándar	30		
	Tiempo total necesario	240	4	0.5
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Deshornador metálico semi automático de 8 metros de longitud en acero galvanizado				2

Fuente: PETROLOGY S.A.S

Tabla 61 Cálculo de Recursos para Apagado

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Apagado	Unidades/día	75		
	Tiempo estándar	4		
	Tiempo total necesario	300	5	0.63
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Sistema de riego con manguera con terminación metálica en acero galvanizado de 4 metros de longitud				2

Fuente: PETROLOGY S.A.S

Tabla 62 Cálculo de Recursos para Estabilización

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Estabilización	Unidades/día	75		
	Tiempo estándar	3		
	Tiempo total necesario	225	3.75	0.47
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Criba metálica de 2 secciones de 3 x 7 metros de sección con capacidad 30 ton/hora y mallas en acero inoxidable				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Para la Tabla 63 Cálculo de Recursos para Cargue y Despacho, se tiene en cuenta que los procesos de cargue y despacho son seguidos, además comparten equipos. Por esta razón se calculan los operarios en la misma tabla.

Tabla 63 Cálculo de Recursos para Cargue y Despacho

Actividad		Tiempo (minutos)	Tiempo (horas)	Operarios
Cargue	Unidades/día	75		
	Tiempo estándar	3		
	Tiempo total necesario	225	3.75	0.47
Despacho	Unidades/día	75		
	Tiempo estándar	2.5		
	Tiempo total necesario	187.5	3.125	0.39
EQUIPO UTILIZADO				No. EQUIPOS
Cargador Caterpillar con capacidad de 3 metros cúbicos				1

Fuente: PETROLOGY S.A.S

La hoja de ruta se tiene en cuenta solo para la producción, porque el método de transporte dado por el departamento de comercialización de PETROLOGY S.A.S., dice que los clientes (compradores de coque), recogen el producto en la planta. Es decir, en el proyecto no está considerado el transporte.

Como resumen de las tablas de cálculo de recursos, se presenta la Tabla 64 Resumen Cálculo de Personal para Producción, donde se resumen los resultados. Esta no involucra el área requerida para la operación ya que la empresa PETROLOGY S.A.S. ya tiene distribuida la planta según el área del predio de su propiedad (12.000 m²).

Tabla 64 Resumen Cálculo de Personal para Producción

OPERACIÓN	CANTIDAD DE OPERARIOS	
	Cálculo	N° final
Análisis de carbón	0.94	1
Mezclado de carbón	0.75	1
Homogenizado de carbones	1	1
Molienda	0.75	1
Pulverización	1	1
Coquización	24	24
Deshornado	0.5	1
Apagado	0.63	1
Estabilización	0.47	1
Cargue	0.47	1
Despacho	0.39	1
TOTAL OPERARIOS		34

Fuente: PETROLOGY S.A.S

3.2.2.2 Cálculo Recursos para Comercialización

Según la información suministrada por PETROLOGY S.A.S., está produciendo 0.67 toneladas de coque por cada tonelada de carbón. La empresa tiene proyectado comercializar aproximadamente 870 toneladas de coque por mes, lo que implica que diariamente se despacharan del orden de 40 toneladas de coque.

PETROLOGY S.A.S., igualmente manifestó que para la comercialización empleará el mismo personal con que cuenta actualmente, solamente requerirá adicional de un contenedor que se adecuará de oficinas para atender esta actividad.

Figura 28 Contenedor



Fuente: («Spacewise», 2018)

Tabla 65 Características Contenedores Oficina

Marca	Ciudad	Precio COP	Estado	Capacidad
Mercado Libre	Barranquilla	14.000.000	Usado	20 pies
Contecaribe	Barranquilla	12.000.000	Usado	20 pies
Movicargas	Cali	8.300.000	Usado	20 pies

Fuente: Los autores

Tabla 66 Contenedores y Fuente de Información

Marca	Link información
Mercado Libre	https://listado.mercadolibre.com.co/contenedor-oficina-20-pies
Contecaribe	https://barranquilla.olx.com.co/oficina-de-20-pies-12-000-000-iid-1027412863
Movicargas	http://movicargaservimaq.com/servicios/compraventadecontenedores/

De las opciones encontradas en el mercado, para adecuar las oficinas y el laboratorio, se seleccionarían los contenedores de 20 pies de Contecaribe, cuyo valor es de CO\$ 12.000.000, dichos contenedores se ubicarán en el lote de propiedad de PETROLOGY S.A.S., en un área disponible para los mismos. Se seleccionó este modelo, porque está dentro del precio promedio y cumple con los

requerimientos de tamaño y funcionalidad. Además, que el transporte de Barranquilla al lugar donde se ubicará la planta de coque se realizará con una empresa conocida por la gerencia de PETROLOGY S.A.S.

3.2.3 Conclusiones

- Los carbones que se utilizarán para el proceso de coquización (carbones bajos, medio y altos volátiles) son de similar clasificación a la competencia. Los porcentajes de participación en la competencia no se encontraron y la empresa PETROLOGY S.A.S. presenta unos basados en investigaciones realizadas por esta.
- Se utilizarán dos etapas de reducción de tamaño de partícula (molienda y pulverización) para ajustar la granulometría adecuada para el proceso de coquización a diferencia de la competencia que solo emplea una.
- La empresa cuenta con un predio ubicado estratégicamente, no solo en cuanto a la consecución de la materia prima, sino también porque se encuentra cerca de las plantas de los clientes y con un área suficientemente grande para pensar en una posible ampliación de la batería de coquización en el futuro.
- En total se necesitan 34 operarios para el proceso del coque, bajo las condiciones descritas para operar la planta con suficiencia.
- Se adquirirá el cargador para realizar las operaciones de cargue de tolvas y camiones, su precio es acorde a los requerimientos técnicos, mecánicos y de presupuesto del proyecto.
- Los molinos utilizados para las reducciones de tamaño del carbón serán los de martillos con rejillas para garantizar el tamaño de partícula requerido por el proyecto.
- Para adecuar las oficinas de comercialización y los laboratorios se adquirirán tres contenedores adecuados para oficinas.
- Se requiere una volqueta para uso exclusivo de la línea de producción de coque, ya que el vehículo que la empresa PETROLOGY S.A.S. pretende vincular al proyecto, no puede desarrollar las dos actividades de manera simultánea (transporte de carbón al sitio de acopio actual y uso dentro del proceso de coquización), pues actualmente desempeña una actividad fundamental y estratégica para la actividad económica de la empresa.

3.2.4 Recomendaciones

- Se recomienda utilizar la tecnología de hornos de solera para el proceso de coquización dado su mejor rendimiento en la producción y control ambiental en la reducción de la emisión de gases contaminantes durante el proceso con

respecto a los de colmena. En cuanto al precio son mucho menores a los de paredes verticales, así como la infraestructura requerida para el montaje.

- Adquirir 1 cargador de balde de 3 m³ de capacidad.
- Utilizar molinos de martillos para garantizar granulometría.
- Utilizar martillos de rodillos dentados para la estabilización del coque.
- Adquirir los 3 contenedores que se requieren para oficinas, en el mercado de usados, para que su valor este dentro del presupuesto
- Se recomienda adquirir una volqueta doble troque marca International 7.600 modelo 2009 o superior, que tiene características similares al vehículo con el que cuenta PETROLOGY S.A.S. y que se pretendía destinar para la línea de producción. Este vehículo por información suministrada de la empresa PETROLOGY S.A.S., es un vehículo confiable, de características técnicas adecuadas al terreno y la carga a transportar. Tiene un valor aproximado de COP \$150.000.000.
- Seguir manteniendo el sistema de organización jerárquica actual utilizada por la empresa PETROLOGY S.A.S.
- Hacer un estudio para garantizar el recurso del agua en el apagado del coque o utilizar una tecnología que permita su requerimiento mínimo.
- Hacer un estudio tecnológico para incluir una recuperación de subproductos en los hornos de solera que permita reducir la contaminación ambiental y optimizar el proceso al recuperar otros materiales como aguas amoniacaes y alquitranes; que a su vez pueden ser vendidos a terceros o utilizados en el mismo proceso.

Costos

- Maquinaria y equipo
- Recurso humano para operar la planta
- Batería de hornos tipo solera
- Transporte interno de carbón
- Transporte de coque de planta a destino
- Adquisición contenedor oficina.

3.3 ESTUDIO AMBIENTAL

El estudio ambiental determina los materiales o recursos que se van a utilizar en el proyecto, las fuentes de donde provienen y cómo se van a gestionar dichos recursos dentro del marco legal. Además, se proponen estrategias de mitigación para los impactos que se identifican por el proyecto en los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos en el área de influencia del proyecto.

3.3.1 Hallazgos

Para la ejecución del proyecto PETROLOGY S.A.S. cuenta con un predio ubicado en la vereda de Pueblo Viejo, en el área rural del municipio de Cucunubá, donde actualmente existen plantas de coque y está declarada por el Consejo Municipal como zona industrial del municipio, según el Esquema de Ordenamiento Territorial (EOT).

3.3.1.1 Caracterización ambiental

En esta parte del estudio se revisan los elementos del medio ambiente, restricciones y la susceptibilidad ambiental. Su acción está orientada a anticipar los posibles efectos negativos generados sobre cada uno de los componentes ambientales en las distintas etapas del proyecto. Sus resultados permiten definir los impactos que deberán ser priorizados y orienta las medidas de prevención, mitigación, corrección y compensación que serán implementadas con el ánimo de manejar los efectos negativos que se generan.

Área de influencia

El municipio de Cucunubá es uno de los 116 municipios del departamento de Cundinamarca. Pertenece a la provincia de Ubaté y se encuentra a 2.590 m.s.n.m. distando cerca de 100 km de Bogotá (DANE & DANE, 2015). Su temperatura promedio es de 15 °C y su extensión territorial de 112 km² distribuidos en 1.12 km² en el área urbana y 110.8 km² en el área rural. Limita al norte con Ubaté y Lenguzaque, al sur con Suesca y Chocontá, al oriente con Suesca y Lenguzaque y al occidente con los municipios de Ubaté, Sutatausa y Tausa. Políticamente está dividido en la cabecera municipal y 18 veredas: Alto de Aire, Aposentos, Atraviesas, Buita, El carrizal, Chápala, El Rhur, El Tablón, Hato de Rojas, Juaitoque, La Florida, La Laguna, La Ramada, La Toma, Media Luna, Peñas, Peñas de Palacio y Pueblo viejo (DANE & DANE, 2015).

El lote de pertenencia de PETROLOGY S.A.S., se ubica en la vereda Pueblo Viejo del municipio de Cucunubá y según el EOT se encuentra en la zona minero-extractiva: Subzona de minería y materiales de construcción. Son aquellas áreas que aún se encuentran en condiciones de soportar y establecer sobre ellas actividades relacionadas con la minería del carbón, la explotación de canteras o

elaboración de materiales para la construcción, pero siempre estableciendo programas de protección y manejo ambiental, para garantizar el óptimo funcionamiento de dichas actividades económicas. Estas áreas se ubican en las veredas Atravesas, Buita, El Tablón, Aposentos, y Pueblo Viejo.

Deben funcionar de acuerdo a lo establecido en la Ley y a los parámetros y lineamientos de la CAR y el municipio.

Geología y suelos

Según estudios realizados por (Perez, De Cucunuba, Fonseca, & De Sistemas, 2000) en la zona emergen estratos formados en el Cretáceo Superior que datan de aproximadamente 75 millones de años; el basamento precámbrico de la cordillera Oriental no presenta evidencias en la región, aunque se referencia que la historia geológica de Cundinamarca y Boyacá es muy compleja, dado que sus componentes incluyen en profundidad, las rocas ígneas y sedimentarias del Paleozoico y Mesozoico y rocas sedimentarias del Terciario las cuales no afectan en gran medida las características geológicas. Las rocas sedimentarias y plegadas que afloraron dominan la geología de la región, estas se encuentran constituidas principalmente por lutitas y areniscas, el resto de rocas se presenta en afloramientos menos densos de calizas, liditas y lutitas.

Hidrología

El patrón de precipitación predominante en la zona es Régimen Bimodal, característico de la región andina, este consiste en dos épocas marcadas de alta precipitación y dos épocas secas. Los meses de abril y mayo, así como octubre y noviembre corresponden a las dos épocas con los valores más altos de precipitación; y enero y febrero, Julio y agosto los meses secos. Las estaciones incluidas presentan precipitaciones medias anuales que oscilan entre 663 – 891 mm, estas estaciones se encuentran en rangos altitudinales correspondientes a 2.550 – 2.900 msnm. Al calcular el promedio o media aritmética de los datos de precipitación el valor resultante es 724,8 mm, la mediana 695,5 mm, y la media armónica es 718,8 mm. El rango de temperatura media oscila entre 11,7 a 13,7 °C, la mínima anual entre 7,8 a 12,4 °C y la máxima de 14,7 a 17,9 °C. («Inicio | CAR», 2018)

El municipio de Cucunubá cuenta con tres sistemas de acueducto de agua potable que prestan el servicio a 7.965 habitantes, los cuales son el Acueducto Inter veredal de Borrachero, acueducto Chorrera y Sucuneta. (Perez et al., 2000)

La zona urbana, las veredas de El Tablón sector bajo, la Florida, parte plana de Chápala, Aposentos y Pueblo Viejo, poseen el servicio de acueducto que se abastece de la Quebrada la Chorrera, la cual se genera en el distrito de manejo integrado Juaitoque, el sistema se complementa con el bombeo del pozo profundo ubicado en la vereda Atravesas finca el Tejar y como plan de contingencia se puede acudir al sistema de bombeo El Borrachero, ubicado en la vereda el Rhur y que abastece a gran parte del área rural.

Emisiones atmosféricas

Las 4 industrias presentes en Cucunubá generan las mayores emisiones de la provincia, predominando las emisiones de S₂ y NO_x, cuyos aportes son del 98% y 99% de las emisiones de la provincia; que equivalen a 167.8 y 146.3 ton/año respectivamente. Sin embargo, estas emisiones solo representan el 1.6% y 3.9% de las emisiones totales de Cundinamarca. Ubaté genera emisiones muy bajas en comparación con Cucunubá, aunque tienen un número similar de industrias, y aporta menos del 0.06% de las emisiones totales de PM10 de la región CAR, la industria que prevalece en el municipio de Cucunubá es la fabricación de coque metalúrgico. Las emisiones del proyecto deben estar dentro de los niveles permisibles de contaminantes en el aire acorde a la resolución 2.254 de 2017 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible, 2017), estos niveles se muestran en la Tabla 15 Niveles Máximos Permisibles de Contaminantes en el Aire Resolución 2.254 de 2.017.

Medio biótico

La flora de la cuenca define dos características particulares: la nativa, constituida principalmente por matorrales de estratos medios y bajos, los que compiten con pastos y malezas propias de la región, en segundo lugar, la representa las especies introducidas del bosque plantado, básicamente pino patula, pino radiata, acacia negra, acacia japonesa y eucalipto común («Inicio | CAR», 2018).

Según los moradores de la región habitan o han habitado en la zona de estudio en los últimos 10 - 20 años, principalmente en las áreas de arbustal-matorral denso que representan las áreas con menor intervención. Las especies con mayor frecuencia y abundancia fueron la fara y los ratones de monte. Cinco (5) especies fueron reportadas como escasas, a saber: Conejo Silvestre, Armadillo, Ardilla, Zorro), y la comadreja. El Borugo o Tinajo fue reportado como raro. El 31% de las especies de aves fueron reportadas como escasas; entre estas se encuentran varias especies de colibríes, Mirla de tierra baja y los mieleros. Entre las especies reportadas como muy escasas o raras se encuentra el colibrí inca negro el colibrí *Anthracothorax nigricollis* y los fruteros *Hemispingus atropileus* y *Hemispingus verticalis* («Inicio | CAR», 2018).

Medio socioeconómico

El municipio de Cucunubá tiene una vocación definida hacia la minería, con un total de 129 bocaminas que generan alrededor de 1.600 empleos directos y 2.700 indirectos, según estadísticas elaboradas por el municipio en el año 2003.

Las veredas de mayor producción son Pueblo Viejo, Peñas, La Ramada, Aposentos y El Tablón. El porcentaje de participación del sector minero dentro de la distribución del sector económico del municipio es del 70%. La producción de carbón según estadísticas de MINERCOL año 2.002, llegó a 48.000 toneladas mes que representa el 43% de la explotación que tiene el departamento de Cundinamarca.

El segundo sector de la economía de importancia es la ganadería con un 15% de participación en la economía caracterizado por pequeñas fincas rurales, con un promedio de cuatro cabezas de ganado.

El tercero lo ocupa la agricultura con un 10% la cual es representativa en cultivos de papa, arveja y trigo cultivado en pequeñas parcelas o minifundios.

Con el 2.5 % se posiciona la explotación de canteras como areneras y receberas y chircales para la producción de ladrillo.

Dentro de las actividades de poca representatividad está el comercio con el 2% desarrollado en pequeñas tiendas y misceláneas y las artesanías con un 0.5% (Perez et al., 2000).

3.3.1.2 Identificación de impactos

Los impactos se identifican para 3 etapas:

- a) Actividades preliminares
- b) Ejecución
- c) Operación

Una vez identificados los impactos en las tres etapas del proyecto se les asigna una calificación según el grado de afectación y se sugieren estrategias para minimizarlos.

En el estudio ambiental no solo se abarca el ciclo de vida del proyecto, sino también el ciclo de vida del producto. Por esa razón se evalúan las 3 etapas descritas anteriormente. Para iniciar el estudio es necesario determinar los recursos que se necesitan durante estas 3 etapas y la fuente de los mismos.

Tabla 67 Materiales y Recursos Ambientales Requeridos por el Proyecto

Material o recursos	Donde se gestiona el recurso
Energía eléctrica	Codensa
Agua (consumo humano)	Acueducto veredal de Pueblo Viejo.
Agua (apagados hornos)	Mina de carbón cercana.
Carbón mineral	Minas de carbón Coquizable.
ACPM	Gasolinera Brío Cucunubá.
Uso del agua	Captación de una mina cercana.
Uso de avisos y vallas	Valla publicitaria, gestionada a empresa de publicidad, con el debido certificado.
Manejo de Vertimientos o materiales de construcción	Se gestiona permiso correspondiente a pozo séptico en la secretaría de planeación, ubicada en la alcaldía de Cucunubá.
Aprovechamiento Forestal	Se gestionarán permisos para el aprovechamiento ambiental.

Material o recursos	Donde se gestiona el recurso
Residuos Sólidos y/o Escombreras	Se debe aplicar, la clasificación de residuos y entregar a una empresa certificada por la autoridad ambiental regional (CAR).
Gestión de Emisiones Atmosféricas	Se deben solicitar permisos pertinentes de acuerdo a la CAR.
Tránsito	Se deben solicitar permiso ante la Secretaría de Transito del municipio de Cucunubá.

Fuente: Los Autores

Identificación de impactos en la etapa de actividades preliminares

En la Tabla 68 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Formulación, se identifican los impactos que se dan en la fase de actividades preliminares, estas actividades tienen impactos en el componente socioeconómico y los impactos son positivos, como se observa en la misma.

Tabla 68 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Formulación

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	ACTIVIDADES PRELIMINARES		
			IAEP, FORMULACIÓN Y EVALUACIÓN	PERMISOS Y LICENCIAS AMBIENTALES	CONTRATACIÓN DE PERSONAL
FÍSICO	SUELO	Afectación de la geomorfología del suelo			
		Contaminación del suelo			
	HÍDRICO	Contaminación del agua			
	ATMOSFÉRICO	Cambios en la calidad del aire			
Incremento en los niveles de ruido.					
BIÓTICO	FLORA Y FAUNA	Afectación a la flora			
		Afectación a la fauna			
	PAISAJE	Cambio en el paisaje			
SOCIO – ECONÓMICO	COMUNIDAD Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	Generación de empleo			X
		Servidumbres y/o compra de predios			
		Alteración de actividades comerciales.			X
		Contribución al desarrollo humano y al crecimiento de las empresas	X	X	X
		Incomodidades con la comunidad			
	SALUD Y SEGURIDAD HUMANA	Restricciones de tránsito peatonal y vehicular			
INSTITUCIONAL	Accidentes de trabajo				

Fuente: Los Autores

Identificación de impactos en la etapa de ejecución

Para la etapa de ejecución que está comprendida por la adecuación de oficinas, adecuación de terrenos y vías y la construcción de hornos y chimenea. Se observa que hay varios impactos para cada uno de los componentes, como se identifica en la Tabla 69 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Ejecución. Es natural que en esta etapa existan impactos, ya que en esta sección está contemplada la construcción del producto del proyecto y es necesario realizar trabajos que alteran el paisaje de forma drástica.

Tabla 69 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Ejecución

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	EJECUCIÓN					
			ADECUACIÓN DE OFICINAS	ADECUACIÓN TERRENO Y VÍAS			CONSTRUCCIÓN DE HORNOS Y CHIMENEA	
				EXCAVACIÓN Y MOVIMIENTO DE TIERRA	RELLENO EN MATERIAL SELECCIONADO	COMPACTACIÓN Y AFIRMADO	CONSTRUCCIÓN	RETIRO DE ESCOMBROS
FÍSICO	SUELO	Afectación de la geomorfología del suelo	X	X	X	X	X	
		Contaminación del suelo	X	X	X	X	X	
	HÍDRICO	Contaminación del agua						
	ATMOSFÉRICO	Cambios en la calidad del aire		X	X	X	X	X
		Incremento en los niveles de ruido.	X	X	X	X	X	X
BIÓTICO	FLORA Y FAUNA	Afectación a la flora		X				
		Afectación a la fauna		X				
	PAISAJE	Cambio en el paisaje	X	X	X	X	X	
SOCIO – ECONÓMICO	COMUNIDAD Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	Generación de empleo	X	X	X	X	X	
		Servidumbres y/o compra de predios		X				
		Alteración de actividades comerciales.		X			X	
		Contribución al desarrollo humano y al crecimiento de las empresas						
		Incomodidades con la comunidad		X	X	X	X	X
	SALUD Y SEGURIDAD HUMANA	Restricciones de tránsito peatonal y vehicular	X					
	INSTITUCIONAL	Accidentes de trabajo	X	X	X	X	X	X

Fuente: Los Autores

Identificación de impactos en la etapa de operación

En la etapa de operación se identifican los impactos que se van a dar de forma permanente en la operación de la planta de producción y comercialización de coque, como se identifica en la Tabla 70 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Operación.

Tabla 70 Identificación de Impactos Ambientales en la Etapa de Operación

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	OPERACIÓN					
			ACOPIO CARBÓN	MOLIENDA	COQUIZACIÓN	BENEFICIO DE COQUE	ALMACENAJE	DESPACHO
FÍSICO	SUELO	Afectación de la geomorfología del suelo						
		Contaminación del suelo	X					
	HÍDRICO	Contaminación del agua						
	ATMOSFÉRICO	Cambios en la calidad del aire	X	X	X	X	X	X
Incremento en los niveles de ruido.		X	X	X	X	X	X	
BIÓTICO	FLORA Y FAUNA	Afectación a la flora	X	X	X	X		
		Afectación a la fauna		X	X	X		
	PAISAJE	Cambio en el paisaje	X				X	
SOCIO – ECONÓMICO	COMUNIDAD Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	Generación de empleo	X					
		Servidumbres y/o compra de predios						
		Alteración de actividades comerciales.	X					
		Contribución al desarrollo humano y al crecimiento de las empresas						
		Incomodidades con la comunidad	X	X	X	X		X
	SALUD Y SEGURIDAD HUMANA	Restricciones de tránsito peatonal y vehicular						
	INSTITUCIONAL	Accidentes de trabajo	X	X	X	X	X	X

Fuente: Los Autores

En las tablas anteriores se identificaron los impactos ambientales en cada una de las etapas. Aunque para la etapa de actividades preliminares solo se observan impactos positivos, es igualmente necesario realizar la evaluación de todos estos, con el fin de clasificarlos y determinar las medidas de mitigación para los que lo ameriten.

3.3.1.3 Evaluación de impactos identificados

Una vez identificados los impactos ambientales es necesario realizar una evaluación de estos para reconocerlos como positivos o negativos a la ejecución del proyecto, así mismo con su evaluación se establecerán aquellos de mayor relevancia y permitirá direccionar los esfuerzos para mitigarlos mediante la formulación de determinadas actividades.

La evaluación está dividida en los impactos específicos y dentro de estos está la obra generadora del impacto, se califica a la obra generadora del impacto en 4 parámetros, acordes a la Tabla 71 Parámetros Evaluación Impactos:

Tabla 71 Parámetros Evaluación Impactos

Parámetro	Definición	Calificación
Carácter	Positivo	+
	Negativo	-
Cubrimiento (C)	Puntual	1
	Local	5
	Regional	10
Duración (D)	Temporal	1
	Transitorio	5
	Permanente	10
Magnitud (M)	Baja	1
	Media	5
IMPORTANCIA	I= (+/-) (C+D+M)	

Fuente: Material de clase Estudios Ambientales Yuly Andrea Sánchez

En la Tabla 72 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Físico, se presenta la calificación final en la columna denominada Importancia, esta calificación es la suma de las calificaciones de cubrimiento, duración y magnitud. Finalmente, la calificación ponderada del impacto es el promedio aritmético de la calificación de la importancia para cada impacto específico afectado por cada obra generadora del impacto.

Tabla 72 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Físico

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	OBRA GENERADORA DEL IMPACTO	IMPORTANCIA (I)	CALIFICACIÓN PONDERADA DEL IMPACTO
FÍSICO	SUELO	Afectación de la geomorfología del suelo	Adecuación de oficinas	-3	-3
			Excavación y movimiento de tierra	-3	
			Relleno en material selecc.	-3	
			Compactación y afirmado	-3	
			Construcción de hornos y chimenea	-3	
		Contaminación del suelo	Adecuación de oficinas	-3	-3
			Excavación y movimiento de tierra	-3	
			Relleno en material selecc.	-3	
			Compactación y afirmado	-3	
			Construcción de hornos y chimenea	-3	
	HÍDRICO	Contaminación del Agua	Acopio de carbón	-16	0
			0	0	
			0	0	
	ATMOSFÉRICO	Cambios en la calidad del aire	Adecuación de oficinas	-3	-12
			Excavación y movimiento de tierra	-7	
			Relleno en material selecc.	-7	
			Compactación y afirmado	-3	
			Construcción de hornos y chimenea	-3	
			Retiro de escombros	-7	
			Acopio de carbón	-20	
			Molienda	-20	
			Coquización	-20	
			Beneficio de Coque	-20	
		Almacenaje	-20		
		Despacho	-16		
		Incremento en los niveles de ruido	Adecuación de oficinas	-3	-11
			Excavación y movimiento de tierra	-11	
Relleno en material selecc.			-11		
Compactación y afirmado			-7		
Construcción de hornos y chimenea			-3		
Retiro de escombros			-7		
Acopio de carbón			-16		
Molienda			-20		
Coquización	-12				
Beneficio de Coque	-20				
Almacenaje	-12				
Despacho	-7				

Fuente: Los Autores

Las calificaciones para el componente físico están dadas en la Tabla 72 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Físico. En este aspecto se observa que en la realización del proyecto todos los impactos al componente físico son negativos, siendo el elemento atmosférico el que mayor impacto negativo tiene. También se observa que el proyecto no va a tener impactos en el elemento hídrico.

La Tabla 73 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Biótico presentada a continuación, contiene las calificaciones de los impactos generados por el proyecto en el componente biótico.

Tabla 73 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Biótico

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	OBRA GENERADORA DEL IMPACTO	IMPORTANCIA (I)	CALIFICACIÓN PONDERADA DEL IMPACTO
BIÓTICO	FLORA Y FAUNA	Afectación a la flora	Excavación y movimiento de tierra	-3	-11
			Acopio de carbón	-11	
			Molienda	-11	
			Coquización	-11	
			Beneficio de Coque	-11	
		Afectación a la fauna	Excavación y movimiento de tierra	-3	-7
			Molienda	-7	
			Coquización	-7	
	PAISAJE	Cambio en el paisaje	Beneficio de Coque	-7	
			Adecuación de oficinas	-3	-11
			Excavación y movimiento de tierra	-11	
			Relleno en material seleccionado	-11	
			compactación y afirmado	-3	
Construcción de hornos y chimenea			-11		
Acopio de carbón			-20		
Almacenaje	-20				
Despacho	-16				

Fuente: Los Autores

Para la evaluación de los impactos en el componente biótico, la afectación a la flora y el cambio en el paisaje son los impactos más relevantes de este componente.

Finalmente se tienen las calificaciones para los impactos que afectan al componente socio-económico que se muestran en la Tabla 74 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Socio-Económico.

Tabla 74 Calificación de los Impactos Ambientales del Componente Socio-Económico

COMPONENTE	ELEMENTO	IMPACTO ESPECÍFICO	OBRA GENERADORA DEL IMPACTO	IMPORTANCIA (I)	CALIFICACIÓN PONDERADA DEL IMPACTO	
SOCIO - ECONÓMICO	COMUNIDAD Y ACTIVIDAD ECONÓMICA	Generación de empleo	Contratación de Personal	20	20	
			Adecuación de oficinas	12		
			Excavación y mov. de tierra	16		
			Relleno en material selecc.	16		
			Compactación y afirmado	12		
			Construc. hornos y chimenea	20		
			Acopio de carbón	25		
			Coquización	25		
			Despacho	25		
		Servidumbre y/o compra de predios	Excavación y movimiento de tierra	-7	-7	
		Alteración de actividades comerciales	Contratación de Personal	11	13	
			Excavación y mov. de tierra	11		
			Construc. hornos y chimenea	15		
			Despacho	20		
		Incomodidades con la comunidad	Excavación y mov. de tierra	-7	-11	
			Relleno en material selecc.	-7		
			Compactación y afirmado	-3		
			Construc. hornos y chimenea	-3		
			Retiro de escombros	-11		
			Acopio de carbón	-15		
			Molienda	-15		
			Coquización	-20		
			Beneficio de Coque	-11		
			Almacenaje	-15		
		Contribución al desarrollo humano y al desarrollo de la empresa	IAEP, formulación y evaluación	7	16	
			Permisos y licencias Ambientales	16		
			Contratación de Personal	21		
			Restricciones de tránsito peatonal y vehicular	Excavación y movimiento de tierra		-7
		Retiro de escombros		-7		
		Despacho		-11		
		SALUD Y SEGURIDAD HUMANA	Accidentes de trabajo	Adecuación de oficinas	-3	-10
				Excavación y mov. de tierra	-3	
Relleno en material selecc.	-3					
Compactación y afirmado	-3					
Construc. hornos y chimenea	-7					
Retiro de escombros	-7					
Acopio de carbón	-16					
Molienda	-12					
Coquización	-16					
Beneficio de Coque	-12					
Almacenaje	-12					
Despacho	-16					

Fuente: Los Autores

Respecto al componente socio-económico se encuentra que existen varios impactos positivos, los cuales están resaltados en verde en las tablas anteriores.

En la Tabla 75 Rangos de Calificación Impactos, se muestran los rangos de clasificación de la evaluación de los impactos.

Tabla 75 Rangos de Calificación Impactos

Calificación	Impacto	Color	Descripción
-21 a -30	Alto		Son los impactos de mayor incidencia ambiental y merecen una atención inmediata para buscar alternativas que minimicen su efecto y requieren medidas de monitoreo y control.
-11 a -20	Medio		Son impactos moderados que merecen atención para estructurar unas adecuadas medidas de manejo ambiental durante el desarrollo del proyecto.
0 a -10	Bajo		Son impactos irrelevantes controlados con prácticas de manejo.
>0	positivo		Impactos que favorecen a la comunidad o a la organización gracias al proyecto

Fuente: Material de clase Estudios Ambientales Yuly Andrea Sánchez

De acuerdo a la Tabla 75 Rangos de Calificación Impactos, fueron clasificados los impactos ambientales encontrados por la realización del proyecto.

En la evaluación de los impactos ambientales no se identifican impactos de clasificación alta. Los impactos negativos con las calificaciones más altas son cambios en la calidad del aire, cambios en el paisaje e incomodidades con la comunidad generadas por el ruido y el material particulado generado durante los procesos de molienda y cribado del coque. Para mitigar estos impactos se plantean estrategias ambientales y medidas de mitigación a través de actividades a desarrollar.

3.3.1.4 Estrategias ambientales sobre los principales impactos encontrados

Las estrategias ambientales son planes de manejo cuya finalidad es mitigar los efectos de los impactos generados por el proyecto.

Impacto cambios en la calidad del aire

El objetivo de esta medida es realizar las acciones que permita reducir el nivel de material particulado en el aire; generados por los procesos de molienda del carbón y estabilización del coque. («Medidas de Manejo Ambiental», 2017)

Durante la operación, el escape de partículas en los lugares donde se manipula el carbón y el coque son inevitables, sin embargo, se pueden tomar medidas y acciones que disipen estos. («Medidas de Manejo Ambiental», 2017)

Las acciones para el control y reducción de las emisiones de partículas que se pueden utilizar son:

a) Estrategia sobre el manejo de emisiones de material particulado al aire

- Sistema de aspersión de agua en pilas y patios de almacenamiento de carbón y coque, vías de tránsito de vehículos especialmente en la estación de verano y sequía.
- Cubrimiento periférico del patio 100% en poli sombra con una altura de 7 metros.
- Control de velocidad de vehículos (volquetas, tractocamiones y cargador).
- Establecimiento de barreras vivas en zonas donde no se cuente con poli sombra.
- Establecimiento de cobertura vegetal en áreas descubiertas.

b) Estrategia sobre el control de emisiones en zonas de acopio de carbón y coque

- Elaborar pilas de carbón y coque no superiores a 6 metros de altura para que la protección de la poli sombra pueda hacer efecto en el impacto del viento sobre estas.
- Reducir el paso del cargador sobre las pilas de carbón y coque cuando se vaya a realizar el acopio y manejar una velocidad baja cuando se esté retirando de la pila hacia las demás áreas.

c) Estrategia sobre el control de emisiones en vías

Medidas de prevención: La emisión de partículas en vías puede ser minimizada tomando las siguientes medidas:

- Rociar la vía frecuentemente con agua.
- Remover la acumulación de carbón y coque que se va desprendiendo de los vehículos durante su transporte.
- No exceder los volúmenes de carga en los vehículos para evitar pérdidas de material y caídas durante su desplazamiento que favorezcan la acumulación de material en las vías.
- Mantener siempre carpados los vehículos durante los desplazamientos dentro y fuera de la línea de producción de coque.

d) Estrategia sobre el control de emisiones gases y vapores al aire

- Mantenimiento periódico de los equipos de carga y transporte (volqueta y cargador de piso).

- Exigir y verificar que los vehículos externos que ingresen a la planta cuenten con su certificado de revisión técnico mecánica vigente.
- Realizar los respectivos mantenimientos de los vehículos (cada 200 horas para el cargador y 5.000 Km para la volqueta).
- Realizar mantenimiento cada seis meses a la chimenea que expulsa los gases de la batería de coque a la atmosfera para verificar la temperatura de los gases, el porcentaje de material particulado y la composición de los gases.
- En caso de que en los controles de la emisión de gases de la chimenea estén fuera de parámetros; se implementaran filtros con catalizadores en la última sección de la chimenea para contrarrestar los gases que se emiten a la atmosfera.
- Reducir el tiempo de cargue de los hornos e introducir una mezcla de carbón con una humedad mínima de 5% para evitar el secado rápido de esta por efecto de la temperatura del horno.

Impacto cambios en los niveles de ruido

El objetivo de esta medida es tomar acciones con el fin de prevenir, controlar y mitigar los niveles de ruido:

- Instalar un sistema de amortiguación en la criba de estabilización de coque
- Identificar las zonas de mayor volumen de ruido e instalar un aislamiento sonoro que disipe la emisión.
- Mantener una señalización adecuada de seguridad en vías y zonas de trabajo y realizar capacitaciones constantes de los operarios de vehículos para reducir la utilización de pitos y alarmas mediante un correcto y seguro desarrollo de las actividades.

Impacto cambios en los componentes bióticos

a) Perdida de cobertura vegetal

Este impacto se puede mitigar de la siguiente manera:

- Cuando se esté estableciendo la ubicación de la batería de coquización y zonas de almacenamiento de carbón y coque tener en cuenta las áreas despojadas de material vegetal para su ubicación; esto debido a que estas áreas son las de mayor tamaño y requerirían la mayor remisión de capa vegetal.
- En las áreas donde se levante la capa vegetal se deberá restituir mediante plantas arbóreas y arbustivas capaces de resistir condiciones fuertes de temperatura y poca humedad.

b) Impacto en la fauna

Como se estableció en la identificación del medio biótico de la zona de influencia del proyecto no se encuentran especies que estén en vía de extinción, sin embargo se debe minimizar el impacto sobre la fauna presente en la zona de influencia principalmente en las fases de construcción y operación de la línea de producción de coque. Se sugieren las siguientes medidas:

- Prohibir la caza de cualquier animal en los alrededores del proyecto
- Realizar capacitaciones al personal de la línea de producción y la comunidad cercana sobre la importancia del cuidado y protección de la fauna silvestre.
- En conjunto con la comunidad buscar zonas donde se puedan establecer nuevos ambientes que favorezcan el resurgimiento de la fauna silvestre.

Impacto incomodidades con la comunidad

Con la solución de este impacto se busca que el proyecto sea visto de forma positiva por parte de la comunidad y favorezca su aceptación y apoyo durante sus diferentes etapas.

a) Comunidades

Está orientado a las comunidades adyacentes del proyecto y aquellas que se verán afectadas por la operación del mismo. Se utilizarán reuniones pedagógicas que le permitan a la comunidad conocer el proyecto y sus implicaciones sociales, económicas y ambientales. Se tomarán en cuenta las recomendaciones ambientales realizadas por la comunidad para generar acciones que mitiguen o favorezcan estas según sea el caso.

b) Personal Vinculado al Proyecto

El personal del proyecto será debidamente capacitado no solamente como requisito del plan de manejo de seguridad, higiene y salud en el trabajo, sino también en el compromiso ambiental y sanitario que debe regirse dentro de las instalaciones de la planta y sus alrededores.

3.3.2 Costos y beneficios

Los costos y los beneficios del estudio ambiental están dados por las actividades que se deben desarrollar para mitigar los impactos ambientales. Los costos y beneficios generales del estudio ambiental se presentan en la Tabla 76 Costos y Beneficios.

Tabla 76 Costos y Beneficios

COSTOS	BENEFICIOS
Aspersión de agua sobre pilas de almacenamiento y vías.	<ul style="list-style-type: none"> • Menor cantidad de material particulado en el aire. • Menores pérdidas de materia prima.
Cerramiento de zonas de molienda, pulverización y cribado.	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de emisiones de material particulado. • Mejoramiento de las condiciones laborales del personal.
Brigadas de salud	<ul style="list-style-type: none"> • Mejoramiento de la salud e higiene de la comunidad.
Capacitaciones	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción de accidentes y mejoramiento de las habilidades para evitar o disminuir el impacto dañino y destructivo de una emergencia, siniestro o desastre.
Actividades lúdicas y deportivas	<ul style="list-style-type: none"> • Prevención desarrollo y rehabilitación de la salud de la comunidad. • Mejora del carácter, disciplina y toma de decisiones.
Charlas informativas	<ul style="list-style-type: none"> • Minimizar inconformidades de la comunidad que se puedan generar por la realización del proyecto.

3.3.3 Conclusiones

- El mayor impacto del proyecto se da con los cambios en la calidad del aire, este impacto ocurre durante la construcción y la operación del proyecto.
- El proyecto tiene un impacto positivo en la generación de empleo en la región y ayuda a desarrollar el comercio de las zonas aledañas al mismo. Esto se convierte en una herramienta importante para obtener el apoyo de la comunidad
- Los mayores impactos se dan en la etapa de ejecución, por esta razón se debe prestar una mayor atención en esta etapa del proyecto.
- De acuerdo a los impactos encontrados, el proyecto tiene varios impactos positivos. Los impactos negativos presentan una clasificación media, lo que no afecta de forma drástica los componentes evaluados.

3.3.4 Recomendaciones

- Se recomienda mantener monitoreado el impacto de cambios en la calidad del aire de forma constante para cumplir con las normativas ambientales.
- Se recomienda aplicar las medidas de mitigación, mediante las actividades a desarrollar con el fin de mitigar los impactos encontrados con calificaciones más altas.

3.4 ESTUDIO ADMINISTRATIVO

En el estudio administrativo, se muestra la estrategia actual de la empresa PETROLOGY S.A.S. con el fin de exponer su misión, visión y valores, los cuales dirigen la organización. Además, se muestra el tipo de organización actual en la empresa PETROLOGY S.A.S. y se compara contra diferentes estructuras organizacionales, con el fin de determinar la mejor opción de organización para la empresa con la nueva línea de producción y comercialización de coque.

Adicional a lo anterior, en los estudios administrativos se identifica el proceso de la empresa para reclutar, seleccionar y contratar de forma ordenada y eficiente a los nuevos trabajadores que se necesitan para la operación del producto del proyecto.

Los estudios administrativos están divididos de la siguiente forma:

- Misión
- Visión
- Objetivos Estratégicos
- Valores de la organización.
- Estructura organizacional.
- Funciones y perfiles del personal requerido.
- Procesos de reclutamiento, selección, contratación del personal, inducción y promoción.
- Tipo de entidad empresarial

3.4.1 Hallazgos

3.4.1.1 Misión, Visión, Objetivos Estratégicos, Valores

El plan estratégico de una empresa es mucho más que un cronograma. Se trata de un documento en el que la gerencia o dirección da respuesta a algunas preguntas como: qué hacer, con qué recursos, («Ejemplo de plan estratégico de una empresa | OBS Business School», 2017) quiénes formaran parte de los equipos de trabajo y, sobre todo, hacia dónde va el negocio.

Es una de radiografía que se realiza en la etapa previa a la puesta en marcha de un proyecto o empresa y que sirve para saber dónde están y qué oportunidades de posicionamiento tienen.

En la Tabla 77 Misión y Visión Empresas Representativas del Sector, se presentan la misión y visión de algunas de las empresas líderes en la producción y comercialización de coque en Colombia.

Tabla 77 Misión y Visión Empresas Representativas del Sector

MILPA S. A.	
Misión	Visión
Nuestra misión es ser la empresa Colombiana de mayor reconocimiento y tradición en los mercados de carbón y coque, como una organización seria, responsable con el medio ambiente, su gente y el entorno en general, enfocando nuestro accionar directivo, administrativo y operativo a la generación de productos que satisfagan plenamente las necesidades de nuestros clientes y garanticen la conservación y ampliación de mercados actuales a nivel nacional e internacional, cumpliendo con las expectativas de los accionistas, proveedores, colaboradores y organismos estatales de dirección y control.	Nuestro compromiso es ser la empresa con mayor capacidad y efectividad a nivel nacional en el proceso de comercialización y transporte nacional e internacional de carbones metalúrgicos, carbones térmicos y coque de diferentes calidades y granulometrías, con el cumplimiento total de las normas de calidad y seguridad social e industrial, así como también las condiciones de precio competitivo para garantizar el éxito en los diferentes negocios, asegurando así un desarrollo sustentable teniendo siempre presente la protección del medio ambiente, la responsabilidad con nuestro entorno social y el crecimiento económico.
CARBONES ANDINOS	
Misión	Visión
Explotar, producir, transformar y comercializar carbón metalúrgico de alta calidad de manera responsable y sostenible. Empleamos una filosofía de fiel compromiso y beneficio con nuestros proveedores, nuestra comunidad, nuestros empleados, nuestros clientes, nuestros socios y nuestros accionistas.	Mantener una operación óptima, eficiente y orientada al continuo crecimiento. Esto nos permitirá ampliar nuestro compromiso con la comunidad y con el medio ambiente.
C.I. COQUECOL S. A.	
Misión	Visión
Somos la empresa líder en el mercado de carbón metalúrgico en Colombia, basados en el conocimiento técnico, el relacionamiento con los proveedores, los más altos estándares de seguridad y calidad de la cadena de abastecimiento y orientados a la solución de las necesidades de nuestros clientes.	Lograremos ventas de 2 millones de toneladas de carbón, de manera rentable y sostenible, con un portafolio diversificado de clientes y productos, generando valor a nuestros grupos de interés, con base en las mejores prácticas de responsabilidad social y ambiental. Contamos con un modelo de Gobierno Corporativo formal y estructurado, con una Junta Directiva conformada por miembros externos de primer nivel y con una firma internacional de Revisoría Fiscal.

Fuente www.milpa.com.co www.coquecol.com www.carbonesandinos.com

A continuación, se relaciona la misión, visión y objetivos estratégicos de la empresa PETROLOGY S.A.S.

- **Misión**

Caracterizar, seleccionar y comercializar carbon coquizable de excelente calidad que satisfaga el mercado de carbón metalúrgico nacional e internacional, mediante

una lógica de responsabilidad social y ambiental enmarcados en el respeto, la honestidad y la confianza.(Germán Darío Alarcón Gaitán, 2017)

- **Visión**

Para el año 2.023 PETROLOGY S.A.S. contará con un volumen de comercialización de 60.000 ton/año de carbón coquizable de alta calidad, con capacidad de diversificar su producto para utilización en plantas de producción de coque de manera sostenible y ambientalmente responsable.(Germán Darío Alarcón Gaitán, 2017)

- **Objetivos Estratégicos**

Los objetivos estratégicos presentados fueron tomados del documento Planeación estratégica PETROLOGY S.A.S. (Germán Darío Alarcón Gaitán, 2017)

- Mejorar los niveles de competitividad de la empresa PETROLOGY S.A.S.
- Diversificar las fuentes de ingreso de la empresa.
- Aumentar la participación de la empresa en el mercado local.
- Estandarizar una mezcla de carbon coquizable que permita la producción de coque siderúrgico de excelente calidad.
- Fidelizar proveedores de carbón que cuenten con títulos mineros legales y con carbones de excelente calidad.

- **Valores**

Los valores presentados fueron tomados del documento Planeación estratégica PETROLOGY S.A.S.(Germán Darío Alarcón Gaitán, 2017)

- Responsabilidad ambiental: actuamos con responsabilidad en el cuidado y preservación del medio ambiente.
- Responsabilidad social: cuidamos, respetamos y protegemos el talento humano.
- Calidad: estamos comprometidos en el cumplimiento de los estándares establecidos y en el mejoramiento continuo.
- Profesionalismo: desarrollamos nuestro trabajo de forma ordenada, idónea y con excelencia para garantizar el éxito del mismo.
- Honestidad: procuramos desarrollar nuestra labor siempre anteponiendo la verdad sobre nuestras expresiones, pensamientos y acciones.
- Trabajo en equipo: desarrollamos todas nuestras actividades con compañerismo, humildad y disponibilidad para el éxito de las mismas.
- Eficacia: realizamos y cumplimos nuestras labores de forma que cumplamos con los objetivos establecidos.

3.4.1.2 Estructura organizacional

La estructura organizacional de una empresa u organización es un sistema empleado para definir una jerarquía dentro de esta. Identifica los puestos de trabajo, la función de cada uno y como y a quien se reporta dentro de la organización. Esta estructura se desarrolla para establecer la operación de la organización y ayuda a obtener las metas para un crecimiento futuro.

- **Estructura organizacional jerárquica**

En esta estructura las personas que la conforman tienen asignada una labor, se comunican con su superior y sus subordinados inmediatos. En los negocios, el dueño del negocio es el que tradicionalmente dirigen la organización. En las grandes empresas el poder colectivo de los empresarios es en la mayoría de los casos delegados a un consejo de administración, que a su vez delega el día a día del funcionamiento de la empresa a un director general, consejero delegado o CEO.

- **Jerárquica funcional**

Tabla 78 Ventajas y Desventajas Jerárquica Funcional

Ventajas	Desventajas
Identifica y asigna responsabilidades respecto a las funciones indispensables para la supervivencia de la organización.	Mayor preocupación del personal por ejecutar las funciones de su área que por el servicio o producto en general que se presta o se vende.
Permite que las personas que realizan trabajos y que afrontan problemas semejantes, brinden mutuamente apoyo social y emocional.	Las personas que realizan diferentes funciones habrán de encontrarse separadas unas de otras, afectando coordinación que fluye de una función a otra.

- **Jerárquica por producto**

Tabla 79 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Producto

Ventajas	Desventajas
Centra la atención en el producto que se obtiene facilitando la coordinación entre las diversas especialidades, para de este modo cumplir con los plazos límite de entrega de productos, así como las especificaciones.	Resulta difícil que una compañía se pueda acoplar a los cambios bruscos en volumen o que pueda adaptarse a los cambios en los productos o servicios, así como a nuevos productos o servicios.
	Reduce la oportunidad de utilizar equipo o personal especializado

- **Jerárquica por geografía**

Tabla 80 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Geografía

Ventajas	Desventajas
La organización puede adaptarse a necesidades específicas de su región.	Dificulta la integración entre las diferentes divisiones geográficas.
Suministra mayor control debido a la existencia de varias jerarquías regionales que asumen el trabajo desempeñado previamente por una sola jerarquía centralizada.	

- **Jerárquica por cliente**

Tabla 81 Ventajas y Desventajas Jerárquica por Cliente

Ventajas	Desventajas
Mayor eficacia del vendedor (o promotor) que se limita al manejo de un grupo de clientes con características similares.	Dificultad de coordinación con los departamentos organizados sobre otras bases, con una constante presión de los gerentes solicitando excepciones y tratamiento especial.

- **Jerárquica lineal**

Tabla 82 Ventajas y Desventajas Jerárquica Lineal

Ventajas	Desventajas
Relación y subordinación directa.	No se ajusta cuando la empresa tiende a crecer por la falta de organización y claridad en las funciones.
Control directo sobre las funciones del subordinado	Comunicación rígida entre canales de comunicación.
Ideal para empresas pequeñas y de poco personal.	Problemas de autoridad a medida que se va ascendiendo.

Estructura organizacional matricial

La estructura matricial de una organización divide la autoridad, tanto por área funcional y por proyecto. En una estructura de matriz, cada uno de los empleados responde a dos supervisores inmediatos: un supervisor funcional y un supervisor del proyecto. («Enciclopedia Financiera», 2016)

Tabla 83 Ventajas y Desventajas Estructura Organizacional Matricial

Ventajas	Desventajas
Máxima utilización de recursos.	En ocasiones, el personal puede tener más de un jefe y más de un cargo asignado.
Los miembros del equipo permanecen en la compañía al terminar un proyecto.	Dificultad para controlar el trabajo.
Mayor flexibilidad que la estructura funcional, el equipo del proyecto proviene de diferentes áreas funcionales.	Conflictos por la asignación del recurso humano entre un área funcional y un proyecto

Estructura organizacional proyectada

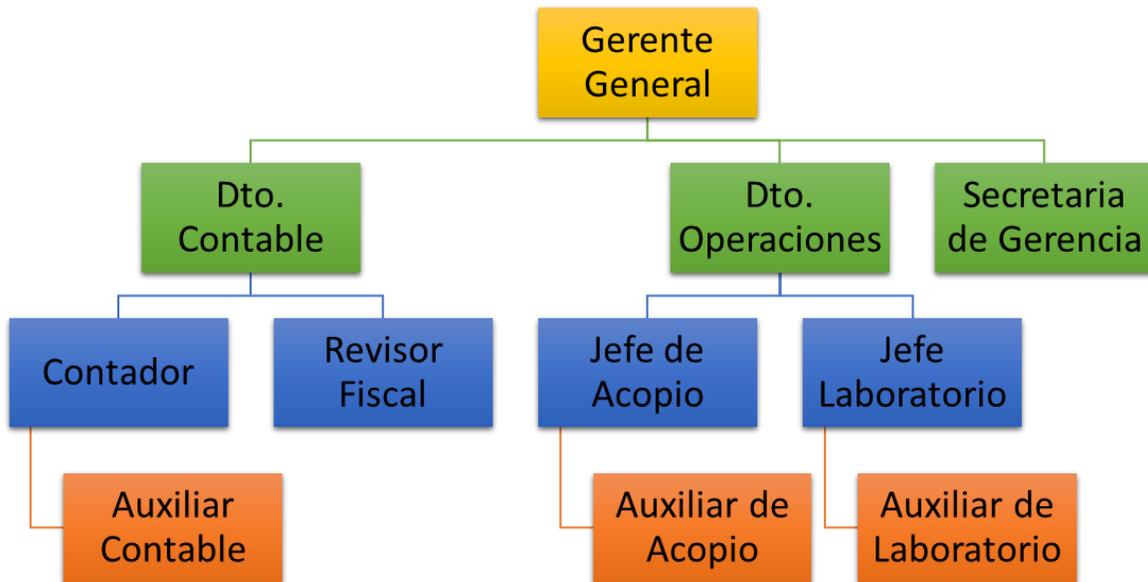
En esta estructura, las distintas áreas funcionales tienden a desaparecer, y se concentran todos los recursos bajo un mismo proyecto, donde cada uno cumple un rol específico. Hay un solo gran jefe, el jefe de proyectos, que dirige de esta manera los esfuerzos de todos los recursos para conseguir los resultados del proyecto. («¿Funcional, Matricial, o Proyectizada? | Proyectos y Empresas», 2015)

Tabla 84 Ventajas y Desventajas Estructura Organizacional Proyectada

Ventajas	Desventajas
Miembros del equipo totalmente dedicados al proyecto.	Los miembros del equipo no tienen la certeza de trabajo permanente, lo que provoca mayores costos al tratar de dilatar el proyecto
Mayor libertad en el manejo de recursos por parte del Gerente de proyectos.	Genera competencia, lo que puede afectar los recursos de la empresa y desbalancea algunos proyectos.
Comunicación efectiva	La división de proyectos puede dar lugar a incompatibilidades entre los mismos.
Enfoque total en proyectos	

Actualmente la empresa PETROLOGY S.A.S. presenta una estructura organizacional jerárquica funcional. A continuación, se muestra la organización jerárquica actual de la empresa PETROLOGY S.A.S.

Figura 29 Estructura Organizacional Actual PETROLOGY S.A.S.



Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Análisis de alternativas estructura organizacional:

La empresa PETROLOGY S.A.S. como se observa en la Figura 29 Estructura Organizacional Actual PETROLOGY S.A.S., tiene una estructura organizacional jerárquica funcional, con la que se desempeña de forma adecuada para su actividad actual.

A continuación, se realiza una evaluación de las otras posibles estructuras organizacionales:

- Respecto a la organización de tipo jerárquica por producto no es adecuada para la línea de producción y comercialización de coque, ya que una de sus desventajas es que reduce la oportunidad de utilizar equipo o personal especializado, contrario a lo que se necesita para la producción de coque.
- La organización jerárquica por geografía es una organización para una empresa de un tamaño mayor a la de PETROLOGY S.A.S., ya que es para empresas que cuentan con sedes en diferentes puntos geográficos.
- En la organización jerárquica por cliente existe un vendedor claro, que se limita a un grupo de clientes. Para el caso de PETROLOGY S.A.S. dado el tamaño actual de la empresa, no existen varios tipos de clientes, lo que no hace necesario este tipo de organización.

- La estructura organizacional matricial se descarta, ya que para el proceso de producción de coque es necesario una cadena de mando clara, y definir responsabilidades de forma individual.

3.4.1.3 Listado de Personal y cargos requeridos

A continuación, se relacionan el personal requerido para el proyecto en sus dos fases; ejecución y operación del producto del proyecto.

En la Tabla 85 Personal requerido para la Ejecución del Proyecto, se muestra el personal requerido para la ejecución del proyecto.

Tabla 85 Personal requerido para la Ejecución del Proyecto

EJECUCIÓN DEL PROYECTO		
Cargo	Personal	Funciones
Gerente de Proyecto	1	Lograr el alcance del proyecto dentro del cronograma y el costo acordado con los parámetros de calidad estipulados, teniendo en cuenta los riesgos y los recursos.
		Liderar el equipo de trabajo.
		Dirigir y coordinar todos los recursos asignados al proyecto.
		Tomar las decisiones necesarias para lograr los objetivos del proyecto.
		Responder por la implementación de soluciones o cambios.
		Adoptar las medidas pertinentes para solucionar las desviaciones detectadas.
		Responder ante su superior de la consecución de los objetivos del proyecto.
Especialista en construcción de hornos	1	Diseñar y dirigir la construcción de la batería de hornos de coquización.
		Hacer cumplir las especificaciones de construcción.
		Llevar el control del presupuesto y cronograma de ejecución.
Especialista en coquización	1	Diseñar la línea de producción.
		Establecer las condiciones fisicoquímicas de la materia prima y de los subproductos.
		Llevar el control de producción.
Especialista en maquinaria y equipo	1	Establecer las especificaciones técnicas para la selección de equipos.
		Llevar el control y seguimiento del mantenimiento de los equipos.
		Realizar las rutinas de optimización de uso.
Jefe de compras	1	Realizar la compra de materiales, insumos y equipos seleccionados.
		Llevar el inventario.
		Realizar la entrega de materiales, insumos y equipos seleccionados.
Auxiliar	4	Apoyar las labores administrativas.
		Apoyar labores técnicas.
		Desarrollar tareas asignadas.

Fuente: Los Autores

Así como se realizó un listado del personal requerido para la ejecución del proyecto, en la Tabla 86 Personal Requerido para la Operación del Proyecto, se muestran los requerimientos para la etapa de operación del producto del proyecto. Los cargos que se muestran en la Tabla 86 Personal Requerido para la Operación del Proyecto, son los hallados en la Tabla 64 Resumen Cálculo de Personal para Producción. En la información que se presenta enseguida se detallan las funciones de cada cargo.

Tabla 86 Personal Requerido para la Operación del Proyecto

OPERACIÓN DEL PRODUCTO DEL PROYECTO		
Cargo	Personas	Funciones
Jefe de coquización	1	Supervisar el proceso de coquización en cuanto al tiempo resiliencia. Responder por la calidad del producto. Controla los volúmenes de producción.
Analista de laboratorio	1	Realizar los análisis de laboratorio en la caracterización de la materia prima. Realizar análisis de laboratorio a los subproductos. Responder por los elementos de laboratorio asignados.
Operador de cargador	1	Operar el cargador de piso para mezclado. Operar el cargador para el traslado. Operar el cargador para el despacho de coque.
Supervisor de coquización	1	Supervisar los procedimientos establecidos para el proceso de coquización. Mantener niveles óptimos en el proceso de coquización. Aceptar o rechazar lotes de coque.
Operador de mezclador	1	Operar el mezclador. Mantener el equipo en buenas condiciones. Mantener aseado el mezclador.
Operador de molino	1	Operar el molino. Mantener el equipo en buenas condiciones. Mantener aseado el Molino.
Operador de pulverizador	1	Operar el pulverizador. Mantener el equipo en buenas condiciones. Mantener aseado el pulverizador.
Hornero	6	Control de la temperatura del horno. Encargado de supervisar el transporte del coque hasta el horno. Controlar el volumen de coque ingresado al horno.
Deshornador	1	Sacar e coque del horno. Controlar volumen de coque evacuado. limpieza del horno.
Operador de Criba	1	Controlar tamaño del bloque de coque. Realizar el cribado de la materia prima.
Supervisor de patio de acopio y despacho	1	Registrar el volumen del coque despachado. Registrar el volumen del coque almacenado. Mantener un flujo de transporte adecuado.
Conductor de Volqueta	1	Transportar coque del proceso al acopio. Transportar coque del acopio al despacho. Mantener en buen estado la volqueta.
Electromecánico	1	Encargado de mantenimiento preventivo de los equipos electromecánicas. Encargado de mantenimiento correctivo de los equipos electromecánicos. Llevar bitácora de cada equipo.

Fuente: Los Autores

Requisitos de los cargos del personal

En la Tabla 87 Requisitos Cargos para la Ejecución del Proyecto, se indican los requisitos mínimos para los respectivos cargos del proyecto.

El criterio para la formación del perfil se creó al evaluar las funciones que se deben cumplir en cada uno de los cargos, posterior a esos se determinó que formación académica se debe tener para cumplir esas funciones, así como las competencias necesarias para cumplir a cabalidad con las mismas.

Lo relacionado a la experiencia se tomó acorde al manual de funciones de PETROLOGY S.A.S.

Tabla 87 Requisitos Cargos para la Ejecución del Proyecto

Cargo	Formación	Experiencia general	Experiencia específica	Competencias		
Gerente de Proyecto	Título profesional en ingeniería metalúrgica, química, materiales, mecánica, civil, industrial o afines, con especialización en gerencia de proyectos	Mínimo 2 años de experiencia en gerencia de proyectos	Mínimo 1 año de experiencia en empresas relacionadas al sector minero o construcción	Conocimientos en gerencia integral de proyectos	Liderazgo y habilidades en manejo de personal	Trabajo en equipo
Especialista en construcción de hornos	Título profesional en ingeniería civil	Mínimo 7 años en construcción de edificaciones	Experiencia mínima de 5 años en construcción de hornos tipo solera para coquización	Habilidades en manejo de personal	Dominio de Microsoft office	Manejo de AutoCAD
Especialista en coquización	Título profesional en ingeniería metalúrgica, química o materiales	Mínimo 3 años en empresas del sector minero energético	Mínimo 2 años en plantas de producción de coque	Habilidades en manejo de personal	Dominio de Microsoft office	
Especialista en maquinaria y equipo	Título profesional en ingeniería mecánica, electromecánica o eléctrica	Mínimo 5 años en el sector metalmecánico	Mínimo 2 años en empresas productoras de coque	Habilidades en manejo de personal	Dominio de Microsoft office	Liderazgo
Jefe de compras	Título profesional en administración, ingeniería industrial o mercadeo	Mínimo 3 años en ventas de materiales industriales	Mínimo 2 años en compras de carbón y coque	Habilidades en negociación	Habilidades en organización	
Auxiliar	Bachiller	Sin experiencia	Sin experiencia	Atender Instrucciones	Facilidad para aprender	

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

Reclutamiento, selección, contratación, cronograma de ingreso, inducción y promoción.

a) Reclutamiento

PETROLOGY S.A.S. cuando no cuenta con personal capacitado para realizar nuevas funciones, tiene unos procesos para seleccionar a las personas necesarias.

Para el reclutamiento externo se utilizan los siguientes medios:

- Publicación en avisos de prensa, donde los interesados envían su hoja de vida a un correo especificado por PETROLOGY S.A.S.
- Se envían los perfiles requeridos a una bolsa de empleo seleccionada por PETROLOGY S.A.S.

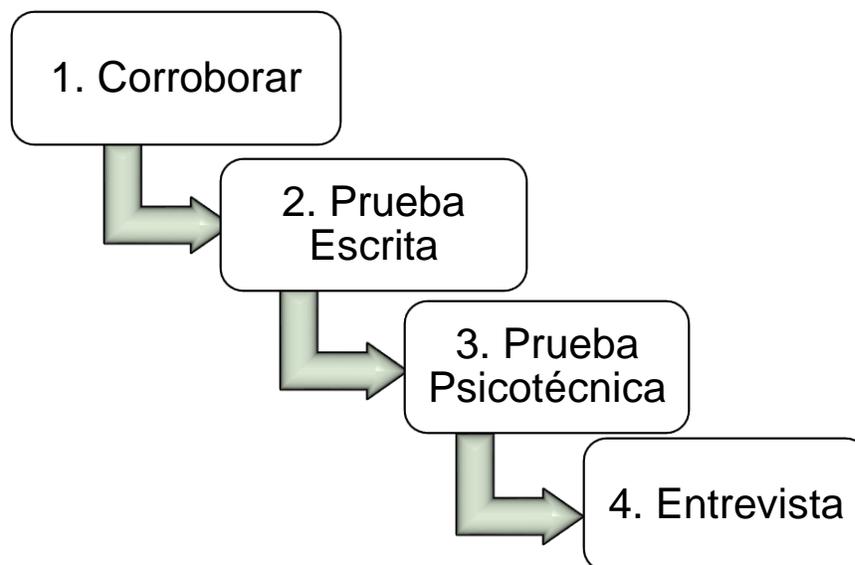
b) Selección

PETROLOGY S.A.S. para la selección de su nuevo personal tiene el siguiente procedimiento.

- Corroborar información suministrada en hojas de vida
- Los aspirantes deben realizar una prueba escrita, de acuerdo al perfil del cargo que se necesita para cada puesto.
- Los aspirantes deben presentar una prueba psicotécnica
- Entrevista personal con el gerente de PETROLOGY S.A.S.

Este proceso se observa en la siguiente ilustración:

Figura 30 Proceso de Contratación en la Empresa PETROLOGY S.A.S.



Fuente: Los Autores

A medida que se van realizando las pruebas se van depurando los aspirantes hasta que quede la persona a ocupar el cargo.

El examen específico tendrá un valor del 60%, la prueba psicotécnica un valor del 20% y la entrevista un valor del 20% sobre la decisión final.

A las personas seleccionadas se les exigirá la siguiente documentación, previo al proceso de contratación:

- Antecedentes penales
- Examen médico pre ocupacional

c) Contratación

Una vez aprobado el proceso de selección se pasa al proceso de contratación, en el cual se firma un contrato dependiendo de las necesidades del puesto al cual vaya a ser contratado.

En Colombia existen varios tipos de contratos laborales, que se presentan a continuación.

- **Contrato a término fijo** (Art. 46 del Código Sustantivo de Trabajo y Art. 28 de la Ley 789 de 2002)(«Código Sustantivo del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2011)

Es un contrato laboral, que se extiende hasta una fecha determinada, de forma específica en el contrato. Este contrato se puede prorrogar y transformar en un contrato a término indefinido.

Los contratos a término fijo se dividen en 2 modalidades:

- Igual o superior a un año
- Inferior a un año
- **Contrato a Término Indefinido** (Art. 47 del Código Sustantivo de Trabajo)(«Código Sustantivo del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2011)

En el contrato a término indefinido no se estipula una fecha de finalización del contrato, en este contrato, el contratante debe pagar prestaciones sociales, prima de servicios, descansos remunerados y aportes parafiscales.

- **Contrato de Obra o labor** (Art. 45 del Código Sustantivo de Trabajo(«Código Sustantivo del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2011))

El contrato es por una labor específica y termina en el momento que la obra llegue a su fin. Este contrato es igual en términos de beneficios y descuentos a los contratos indefinidos y definidos, por ser un contrato laboral.

- **Contrato civil por prestación de servicios**

Este tipo de contrato se da entre una empresa y una persona, que puede ser natural o jurídica, que es especializada en una labor muy específica. El sueldo se da por mutuo acuerdo entre las dos partes, pero no genera una relación laboral, por lo tanto, no obliga a la organización a pagar prestaciones sociales.

d) Inducción

Al ser una empresa constituida, PETROLOGY S.A.S. tiene un proceso definido para la inducción de los nuevos trabajadores, el cual es el siguiente:

Se llevan a cabo 2 tipos de inducción, cada una de 4 horas.

La primera es una inducción administrativa, que se lleva a cabo en las oficinas de PETROLOGY S.A.S. en la cual se trasmite al nuevo personal, la estrategia de la organización, la estructura organizacional y el organigrama de PETROLOGY S.A.S. De la misma forma se informa sobre la seguridad en el trabajo.

La segunda inducción es una capacitación técnica, relacionada con los procesos que efectúan para la producción. En esta inducción se especifican las funciones propias del cargo y como desarrollarlas en la empresa PETROLOGY S.A.S.

e) Promoción

La promoción profesional es un incentivo que la empresa PETROLOGY S.A.S. tiene contemplada en el desarrollo de su actividad, de esta forma le permitirá que su personal adquirir un sentido de pertenencia con el proyecto y la empresa, en sus actividades y las metas y objetivos establecidos.

3.4.1.4 Tipo de entidad empresarial para la organización

La empresa PETROLOGY S.A.S. se creó como una Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.), las empresas S.A.S. tienen las siguientes características.

Las empresas S.A.S. son unipersonales, se constituyen por un documento privado, con un término de duración indefinido, el objeto social es indeterminado, en estas empresas se limita la responsabilidad por obligaciones fiscales y laborales. También cuenta con voto múltiple y existe libertad de organización. La revisoría fiscal o lo junta directiva no son obligatorias y para este tipo de organizaciones, se eliminan los límites sobre la distribución de utilidades. («SAS Colombia: definición, características y ventajas - Rankia», 2017)

Este tipo de organizaciones tienen ciertas ventajas y desventajas, que están plasmadas en la Tabla 86 Ventajas y Desventajas de una Sociedad por Acciones Simplificadas:

Tabla 88 Ventajas y Desventajas de una Sociedad por Acciones Simplificadas

Ventajas	Desventajas
<p>En Colombia, cualquier sociedad que se registre excepto las Sociedad por Acciones Simplificada (S.A.S.) en algunos casos, su constitución se debe hacer por medio de una escritura pública, para luego registrarse ante una notaría. Pero la S.A.S., no necesariamente tiene que dar fe pública mediante ese documento, a menos que posea bienes inmuebles que si es obligación, este es un beneficio porque disminuye los costos de transacción.</p>	<p>Las acciones y demás valores que emita la S.A.S., no podrán inscribirse en el registro nacional de valores y emisores ni negociarse en la bolsa ya que no tiene la garantía de transparencia con que se manejan estos valores.</p>
<p>En la legislación colombiana hay empresas que se les aplica el derecho comercial y a otras el derecho civil, pero el art. 3 de la Ley 1258 del 2008, establece que la SAS será siempre de carácter comercial independientemente de su objeto social, lo cual suprime la dicotomía en el derecho privado.</p>	<p>La administración de hecho: según la ley 1258 del 2008, se extendieron las responsabilidades legales de los administradores a otras personas que igualmente realicen actividades que afecten a la sociedad de manera positiva o negativa, sin tener cargos formales en la empresa</p>
<p>Permite que la sociedad sea constituida por una sola persona.</p>	<p>De acuerdo al artículo 13 de la ley que rige a las S.A.S., los fundadores de las S.A.S. pueden establecer la prohibición de la venta de las acciones a un término de 10 años, lo cual puede implicar amarrar a una persona más de lo necesario, lo cual puede afectar el desempeño de sus decisiones.</p>
<p>No se requiere establecer una duración determinada, su término puede ser indeterminado en el tiempo. La empresa reduce costos, ya que no tiene que hacer reformas estatutarias cada vez que el término de duración societaria esté próximo a caducar</p>	
<p>El objeto social puede ser indeterminado. Las personas que vayan a contratar con la SAS, no tienen que consultar e interpretar detalladamente la lista de actividades que la conforman para ver si la entidad tiene la capacidad para desarrollar determinada transacción.</p>	
<p>Por regla general no exige revisor fiscal. La SAS solo estará obligada a tener revisor fiscal cuando los activos brutos a 31 de diciembre del año inmediatamente anterior sean o excedan el equivalente a tres mil salarios mínimos.</p>	

Fuente: Los Autores

3.4.1.5 Costos y Beneficios

Los costos de la parte administrativa para el proyecto se dan de la siguiente forma:

- Costos por la planeación: estos costos se dan por la depreciación de maquinaria (computadores), impresiones y tiempo utilizado en la creación de la misión, la

visión, los valores de la organización, objetivos estratégicos y demás partes correspondientes a la estrategia de la organización

- Costos por reclutamiento: estos costos son asociados por la contratación de la bolsa de empleo, corroborar información, la realización de las pruebas escritas en el proceso de selección, la calificación de las mismas, las pruebas psicotécnicas, entrevistas, elaboración de contratos, la inducción, capacitación y la dirección y control.
- Costos operacionales: se dan debido a la contratación del personal para la operación de la planta de producción de coque, se refiere al salario de cada uno de los operarios, técnicos, ingenieros y demás profesionales, necesarios en la operación de la planta.
- Costos por capacitación y dirección: estos costos son muy importantes porque le permiten a la empresa capacitar a su personal en el mejoramiento de sus habilidades; así mismo le permite identificar y potencializar a aquellos líderes que se encuentren en su equipo de trabajo.
- Costos de Infraestructura administrativa: Los costos de infraestructura administrativa están representados principalmente en: montaje de las oficinas, equipos, mobiliario, internet y arrendamientos.

3.4.2 Conclusiones

- La misión de la mayoría de las empresas del sector está orientada a la satisfacción del cliente, basados en esto la empresa PETROLOGY S.A.S. debe incorporar un programa de mejoramiento continuo y de capacitación de su personal de manera que le permita generar valor a sus procesos a través de personal idóneo.
- Es necesario agregar a la estructura jerárquica de PETROLOGY S.A.S. la nueva línea de producción de coque.
- Las empresas del tamaño de la empresa PETROLOGY S.A.S. tienen concentrados sus objetivos en la generación de valor económico, descuidando un factor importante como lo es el bienestar humano, sostenibilidad y ayuda al medio ambiente, por lo que la empresa debe continuar y reforzar los programas relacionados con estos aspectos.
- Durante la selección del personal que se realice debe existir un factor determinante respecto a la adaptabilidad de las personas para recibir, entender y practicar los valores y la visión empresarial de la PETROLOGY S.A.S.

3.4.3 Recomendaciones

- Para la nueva línea de producción de coque es necesario realizar la contratación del nuevo personal a cargo de la de producción de coque; estos salarios están

basados en información recopilada por la empresa PETROLOGY S.A.S. en el mercado laboral adyacente a la zona de influencia de la empresa y el proyecto, los valores se detallan en la Tabla 89 Cargos para la Producción de Coque:

Tabla 89 Cargos para la Producción de Coque

Cargo	Tipo de contrato	Duración	Remuneración CO\$
Gerente de Proyecto	Término indefinido	1 año	7.407.100
Especialista en construcción de hornos	Por obra	< 1 año	5.256.970
Especialista en coquización	Término indefinido	2 años	5.256.970
Especialista en maquinaria y equipo	Por obra	< 1 año	5.256.970
Jefe de compras	Término indefinido	2 años	5.256.970
Auxiliar	Término indefinido	2 años	1.474.947
Jefe de coquización	Término indefinido	2 años	3.823.550
Analista de laboratorio	Término indefinido	2 años	1.904.973
Operador de cargador	Término indefinido	2 años	1.904.973
Supervisor de coquización	Término indefinido	2 años	1.618.289
Operador de mezclador	Término indefinido	2 años	1.453.446
Operador de molino	Término indefinido	2 años	1.453.446
Operador de pulverizador	Término indefinido	2 años	1.453.446
Hornero	Término indefinido	2 años	1.761.631
Deshornador	Término indefinido	2 años	1.761.631
Operador de Criba	Término indefinido	2 años	1.453.446
Supervisor de patio de acopio y despacho	Término indefinido	2 años	1.453.446
Conductor de Volqueta	Término indefinido	2 años	1.904.973
Electromecánico	Término indefinido	2 años	1.904.973

Fuente: PETROLOGY S.A.S.

De acuerdo a los nuevos cargos para la empresa PETROLOGY S.A.S. se presenta en seguida el cronograma de ingreso y retiro para el proyecto.

Figura 31 Cronograma de Ingreso y Retiro de Personal

Personal	Meses																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Gerente de Proyecto	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Especialista en construcción de hornos						■	■	■	■	■	■	■												
Especialista en coquización																								
Especialista en maquinaria y equipo											■	■	■	■	■									
Jefe de compras																								
Auxiliar																								
Jefe de coquización																								
Analista de laboratorio																								
Operador de cargador																								
Supervisor de coquización																								
Operador de mezclador																								
Operador de molino																								
Operador de pulverizador																								
Hornero																								
Deshornador																								
Operador de Criba																								
Supervisor de patio de acopio y despacho																								
Conductor de Volqueta																								
Electromecánico																								

Fuente: Los Autores

Como se observa en el cronograma en los únicos puestos que se realizan retiros es en el especialista en construcción de hornos y el especialista en maquinaria y equipo.

El especialista en construcción de hornos debe empezar con su labor a partir del sexto mes y se estima que la construcción de los hornos dure alrededor de 8 meses. Después de este periodo se desvincula del proyecto.

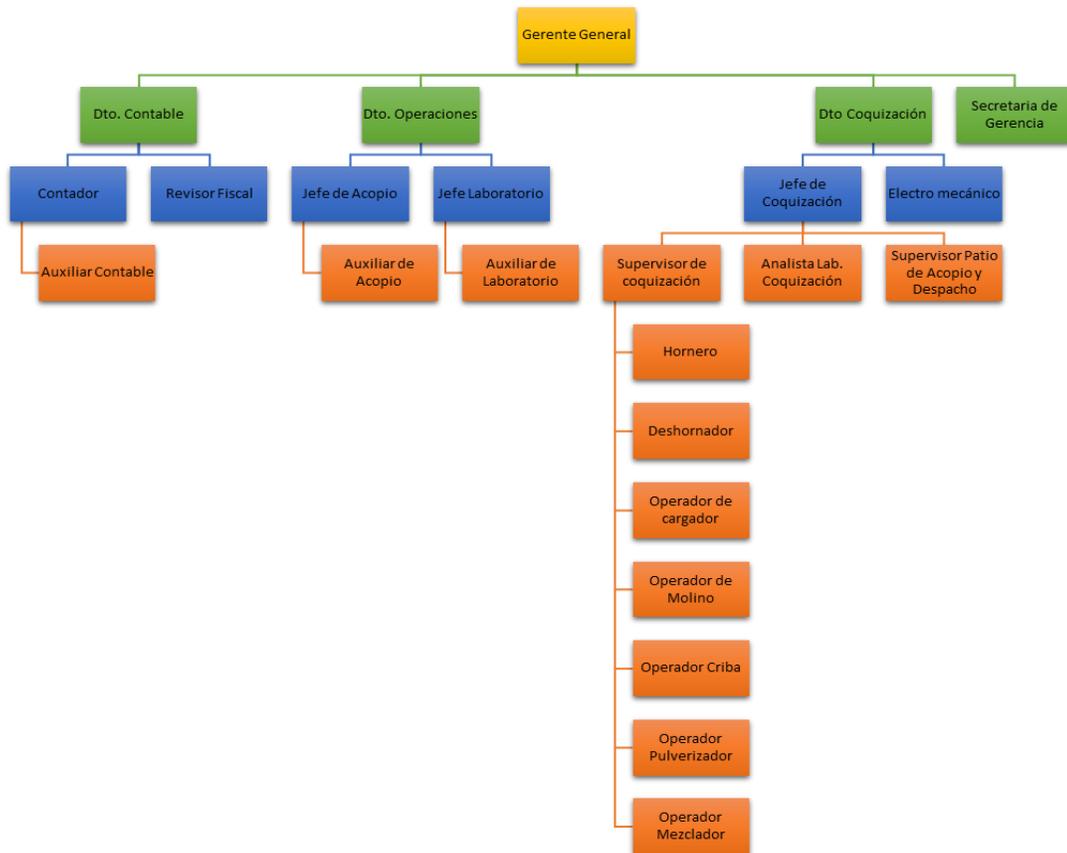
De la misma forma el especialista en maquinaria y equipo será contratado a partir del décimo primer mes. Su trabajo será realizado durante 6 meses y al final de este periodo se desvincula del proyecto.

Los demás puestos con excepción del gerente del proyecto se mantendrán después de finalizado el proyecto, ya que son necesarios para la operación de la planta de coquización.

- Se recomienda continuar con el sistema de reclutamiento para el recurso humano que actualmente emplea la empresa PETROLOGY S.A.S., con la inclusión de un examen de pruebas técnicas en aquellos cargos en los que se requiere de conocimientos específicos de un área de conocimiento.

- Teniendo en cuenta las diferentes estructuras de organización y la actual empleada por la empresa, se recomienda utilizar esta misma para el proyecto del montaje de la línea de producción y comercialización de coque. Adicionalmente, la departamentalización funcional permite mantener un control más riguroso de la empresa y sus operaciones.
- Con la nueva línea de producción de coque, es necesario realizar cambios en la estructura jerárquica de PETROLOGY S.A.S. En la Figura 32 Nueva Organización Jerárquica PETROLOGY S.A.S., se presenta la recomendación para la nueva estructura jerárquica de la empresa.

Figura 32 Nueva Organización Jerárquica PETROLOGY S.A.S.



Fuente: Los Autores

Debido a la línea de producción de coque, la estructura jerárquica de la empresa PETROLOGY S.A.S. se ve afectada, ya que aparece todo un nuevo departamento, denominado departamento de coquización. En este están los cargos creados para la operación de la línea de producción de coque.

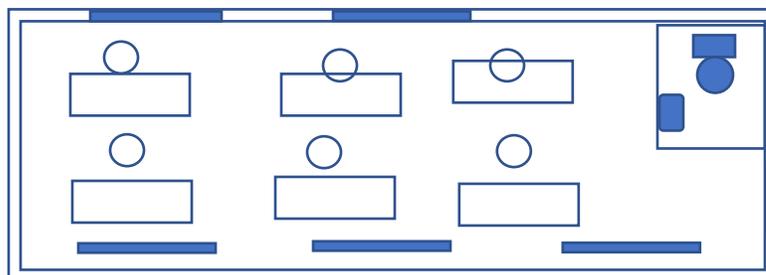
Una vez evaluadas las ventajas y desventajas para el montaje de la nueva línea de producción y comercialización de coque, para la sociedad PETROLOGY S.A.S., no se considera necesario transformar la figura societaria dada su capacidad, tamaño y los privilegios que actualmente tiene al estar acogida a los beneficios del artículo

4 de la Ley 1.429 de 2.010, en consecuencia, se recomienda mantenerla como una sociedad S.A.S.

Para la nueva línea de producción se adecuarán 3 contenedores, de los cuales 2 serán para el área de oficinas y el restante para el laboratorio. Como se muestra a continuación.

Contenedor 1 (6 puestos de trabajo y baño)

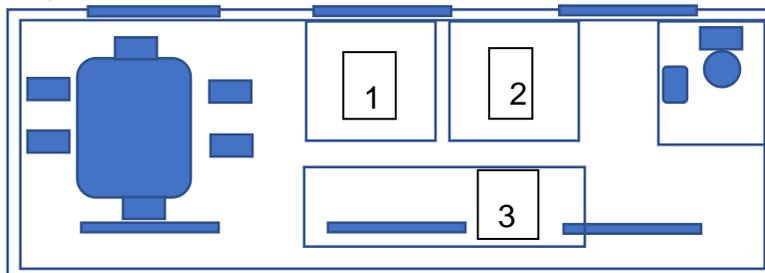
Figura 33 Distribución de espacio en el contenedor 1



Fuente: Los Autores

Contenedor 2 (sala de juntas, tres oficinas 1, 2 y 3 y un baño)

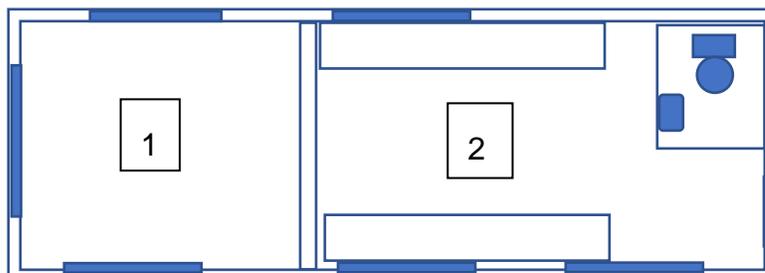
Figura 34 Distribución de espacio en el contenedor 2



Fuente: Los Autores

Contenedor 3 (laboratorio de dos secciones: una para preparación mecánica (1) y otra para análisis de muestras (2) y un baño)

Figura 35 Distribución de espacio en el contenedor 3



Fuente: Los Autores

3.5 ESTUDIOS DE COSTOS Y BENEFICIOS, PRESUPUESTOS, INVERSIÓN Y FINANCIAMIENTO

En este capítulo se identifica, clasifica, cuantifica y evalúan los costos y beneficios precisados durante el desarrollo de los estudios de mercado, técnico, ambiental y administrativo del proyecto, con el fin de observar la realidad de la situación económica del proyecto durante su horizonte de planeación. Este incluye el Estado de Resultados, Flujo de Caja y Balance General, con estos se evalúa la rentabilidad del proyecto y se selecciona la mejor fuente de financiación, herramienta para realizar la posterior evaluación financiera que permite determinar la viabilidad de la línea de producción y comercialización de coque para la empresa PETROLOGY S.A.S.

3.5.1. Hallazgos

3.5.1.1. Supuestos macroeconómicos utilizados

Para la elaboración de un modelo financiero, se hace necesario partir de supuestos que reflejen lo que se espera que suceda en la economía colombiana, durante el horizonte de evaluación del proyecto.

A continuación, se presentan los supuestos que se utilizan para la construcción de los flujos de caja y estados de resultados del proyecto. Se toman como base los pronósticos realizados por analistas locales y extranjeros presentados en la Tabla 90 Proyecciones Macroeconómicas de Analistas Locales y Extranjeros.

Tabla 90 Proyecciones Macroeconómicas de Analistas Locales y Extranjeros

	Crecimiento del PIB real	Inflación IPC	Tasa de Cambio Nominal	DTF Nominal	Déficit Fiscal	Tasa de desempleo en trece ciudades
	(porcentaje)		fin de	(porcentaje)	(porcentaje del PIB)	(porcentaje)
Analistas Locales						
Alianza Valores	3,1	3,5	3.000	4,1	3,1	9,3
ANIF	2,3	3,3	n.d.	4,2	2,2	10,0
Banco de Bogotá	2,5	3,3	2.850	4,4	3,1	nd
Bancolombia	2,6	3,4	2.960	4,7	3,1	9,9
BBVA Colombia	2,6	3,3	2.880	4,6	3,1	10,0
BTG Pactual	2,5	3,4	3.020	n.d.	3,1	9,4
Corficolombiana	2,6	3,3	2.900	4,5	2,4	9,5
Corredores Davivienda	2,7	3,5	2.920	4,5	3,1	10,2
Credicorp Capital	2,3	3,1	2.900	4,4	2,2	10,8
Davivienda	2,7	3,5	2.920	4,5	3,1	10,2
Fedesarrollo	2,4	3,4	n.d.	n.d.	3,1	n.d.
Itaú	2,5	3,2	2.890	4,2	3,1	9,4
Ultraserfinco	2,5	3,4	2.890	4,5	3,2	9,5
Promedio	2,6	3,3	2.921	4,4	2,9	9,8
Analistas Externos						
Citibank-Colombia	2,5	3,3	2.835	4,4	3,6	9,6
Deutsche Bank	2,8	3,4	n.d.	n.d.	2,5	9,4
Goldman Sachs	2,7	3,1	2.700	n.d.	3,1	n.d.
JP Morgan	2,9	3,6	2.925	n.d.	3,1	n.d.
Promedio	2,7	3,4	2.820	4,4	3,1	9,5

Fuente: («Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros | Banco de la República (banco central de Colombia)», 2018)

- Tasa de inflación: según pronóstico de la Tabla 90 Proyecciones Macroeconómicas de Analistas Locales y Extranjeros, se toma un 3,4%
- La tasa para depósitos a término fijo (DTF): según pronóstico de la Tabla 90 Proyecciones Macroeconómicas de Analistas Locales y Extranjeros, se toma el 4,4%.
- Tasa de impuesto de renta: de acuerdo con el artículo 100 de la Ley 1.819 de diciembre de 2.016 (Congreso de la República de Colombia, 2016), el cual establece un impuesto de renta del 34% para el 2017 y del 33% para los años siguientes. Se realizan los cálculos pertinentes al estado de resultados con un impuesto del 33%.
- La moneda utilizada será pesos colombianos COP.
- Se asume un incremento anual de 3 puntos sobre el IPC para el incremento de los salarios de los trabajadores, dado que para el año 2017 el gobierno nacional decreto establecerlo como base para el cálculo de salarios para la vigencia del 2018.

3.5.1.2. Supuestos del proyecto

Depreciación de activos físicos: Según lo indicado en la nueva versión de los artículos 131 y 134 del Estatuto Tributario (ET), la vida útil y los métodos de depreciación que se utilizan para el cálculo contable de la depreciación son los indicados en la Tabla 91 Datos de Depreciación 2018.

Tabla 91 Datos de Depreciación 2018

Conceptos de bienes a depreciar	Tasa de depreciación fiscal anual %
Construcciones y edificaciones	2,22%
Equipo eléctrico	10,00%
Flota y equipo de transporte terrestre	10,00%
Maquinaria, equipos	10,00%
Muebles y enseres	10,00%

Fuente: («MaGister - Software Contable, Sistema de Administración y Gestión Empresarial», 2017)

Horizonte para el análisis del proyecto: Se espera que el tiempo de operación de la línea de producción y comercialización sea de 10 años iniciando en el año 2019, pero para efectos del horizonte de planeación se definió un periodo de tiempo de 5 años, en el cual se espera que la línea de producción esté a pleno funcionamiento, generando los recursos esperados y cumpliendo con los objetivos estratégicos por los cuales se creó. Se estableció también este horizonte de planeación, porque la empresa PETROLOGY S.A.S. estima que en este periodo se recuperará la inversión realizada y permitirá establecer la fortaleza del negocio, frente a los cambios en el mercado y precio que normalmente se evidencian, cada vez que se llega a un máximo en el precio internacional como sucede en este momento.

El tiempo 0 corresponderá al año 2.019, tiempo en el cual se están ejecutando todas las labores e inversiones, para entrar en operación el 2.020.

La unidad de medida del tiempo para la elaboración del flujo de caja será en años.

Factor prestacional: La carga prestacional se enuncia a continuación en las Tablas siguientes. Como el personal administrativo también estará situado en las instalaciones de la línea de producción, el riesgo será generalizado para todo el personal, situándose en nivel IV. La empresa PETROLOGY S.A.S., es una empresa pequeña de 10 empleados y no cuenta con convención colectiva de trabajo.

Tabla 92 Prestaciones Sociales

PRESTACIONES	% Mensual	DEFINICIÓN
Cesantías Artículo 249 C.S.T.	8,33	Un mes de salario por cada año de servicios y proporcionalmente por fracciones de año
Vacaciones	Quince días hábiles por cada año trabajado	Días de descanso anual
Intereses de cesantías Ley 52 de 1975	1	Intereses legales del 12% anual sobre el valor de la cesantía acumulada al 31 de diciembre de cada año
Prima de servicios Artículo 306 C.S.T.	8,33	Un mes de salario pagaderos por semestre calendario así: 15 días el último día de junio y 15 días en los primeros 20 días de diciembre de cada año.

Fuente: («Inicio Ministerio del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2018)

En la Tabla 93 Parafiscales, se indican los parafiscales a los que el proyecto debe someterse, en el ítem de salud la empresa PETROLOGY S.A.S. paga renta y complementarios, por lo que se le aplica la exoneración de este aporte como se indica.

Tabla 93 Parafiscales

PRESTACIONES	PORCENTAJE (%)
Salud	Con la Ley 1.607 de .2012, artículo 25 quedan exoneradas excepcionalmente de aportes a salud: las sociedades y personas jurídicas y asimiladas contribuyentes del impuesto de renta y complementarios
Caja de Compensación	4%
ICBF	3%
SENA	2%
PENSIÓN	16% de los cuales el 4% los asume el empleado y el 12% el empleador
Riesgos Laborales	Riesgo V 6,96% a cargo del empleador

Fuente: («Inicio Ministerio del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2018)

Tabla 94 Costos Adicionales Legales

PRESTACIONES	VALOR	DEFINICIÓN
Auxilio de Transporte	\$88.211	Se paga
Dotación Ley 11 de 1.984, Artículo 7	Un par de zapatos y un vestido de labor; ajustado a los requerimientos de seguridad y entregados así: Abril 30, agosto 31 y 20 de diciembre. Por históricos de las compras de la empresa PETROLOGY S.A.S. tiene un valor de \$126.000 por trabajador con sus proveedores de confianza	Se entrega con más de 3 meses de servicio.

Fuente:(«Inicio Ministerio del Trabajo - Ministerio del trabajo», 2018)

3.5.1.3. Supuestos microeconómicos

Estos factores microeconómicos son establecidos por la información recolectada en los estudios de formulación: estudio de mercado, técnico, ambiental y administrativo.

a) Estudio de mercado

Los costos generados en el estudio de mercado corresponden a una publicidad, que se realizará mediante la participación anual en el congreso Nacional e Internacional del Carbón, también se estimó que una buena forma de publicidad es la entrega de una muestra física del coque producido, junto a su caracterización fisicoquímica en un laboratorio internacional certificado y de plena confianza de la mayoría los clientes potenciales. En la Tabla 95 Costos Generados por Asistencia a Congreso, se identifican los costos asociados a la publicidad (congreso) y en la Tabla 96 Costos Análisis Físico-Químico, aquellos correspondientes a la muestra de coque y su caracterización.

Tabla 95 Costos Generados por Asistencia a Congreso

PARTICIPACIÓN EN CONGRESOS			
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	COSTO POR PERSONA	COSTO TOTAL
Patrocinio Congreso Nacional del Carbón	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Inscripción Congreso Nacional del Carbón	1	\$ 450.000	\$ 450.000
Tiquetes Aéreos	2	\$ 320.000	\$ 640.000
Hospedaje y alimentación	2	\$ 600.000	\$ 1.200.000
Desplazamiento a centro de eventos	8	\$ 20.000	\$ 160.000
Pendones	2	\$ 300.000	\$ 600.000
INVERSIÓN INICIAL EN EVENTOS ESPECIALES			\$ 4.050.000

Fuente. Los Autores

La caracterización de la muestra de coque requiere de 250 kg mínimos de producto y se pretende realizar una caracterización en el primer año, sin embargo y teniendo en cuenta los posibles cambios en la materia prima para producir el coque se contemplarán tres.

Tabla 96 Costos Análisis Físico-Químico

ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE UNA MUESTRA DE COQUE				
OTROS	UNIDAD DE MEDIDA	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO TOTAL
Análisis fisicoquímico, de reactividad , resistencia mecánica en frío(Micum40, Micum 10), resistencia mecánica en caliente (Coke reactivity index) del producto (coque) en laboratorio certificado internacionalmente	Análisis	2	\$ 2.200.000	\$ 4.400.000
Entrega de muestra física del producto (coque) a clientes potenciales	Kg	250	\$ 680	\$ 170.000
INVERSIÓN INICIAL EN OTROS				\$ 4.570.000

Fuente. Los Autores

b) Estudio técnico

Para el primer año del horizonte de planeación del proyecto se realizará la construcción de la línea de producción y comercialización de coque. Los costos generados en este periodo corresponden a los materiales, maquinaria y equipos.

Se relacionan algunos costos generados durante la localización del proyecto que corresponden y otros de la materia prima requerida para la producción del coque, estos aparecen durante todo el horizonte de planeación.

La comercialización del coque no genera costos adicionales, debido a que el mismo capital humano encargado de la comercialización del carbón que vende la empresa PETROLOGY S.A.S., es el mismo que realizará esta actividad.

• Costos de localización

Actualmente la empresa PETROLOGY S.A.S. cuenta con un predio ubicado en el municipio de Cucunubá para el desarrollo del proyecto, sin embargo, existen algunos costos adscritos a este como lo son una georreferenciación aérea para ubicar el proyecto, plano del predio antes de iniciar el montaje de la línea de producción, el levantamiento topográfico antes y después de la terminación de la línea de producción y una copia del POT del municipio durante los dos periodos de alcaldía que abarca el proyecto. En la Tabla 97 Costos de Localización, se indican los costos de localización.

Tabla 97 Costos de Localización

LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO						
ACTIVIDADES	Incremento de 3,4% anual por inflación					
	Año 0	Año1	Año2	Año 3	Año 4	Año 5
Mapeo aéreo	\$ 2.400.000			\$ 2.644.800		
Plano Agustín Codazzi	\$ 150.000			\$ 165.300		
Levantamiento topográfico	\$ 1.500.000			\$ 1.653.000		\$ 1.777.570
Copio del POT del municipio	\$ 120.000			\$ 132.240		\$ 142.206
TOTAL COSTOS	\$ 4.170.000	\$ -	\$ -	\$ 4.595.340	\$ -	\$ 1.919.776

Fuente: Los Autores

- **Costos de materiales, maquinaria y equipos**

En esta sección se muestran los equipos requeridos para realizar el montaje de la línea de producción de coque. Los costos de ingeniería solo aplican al periodo 1, ya que es el año donde se realiza el montaje de la línea de producción (ver Tabla 99 Costos de Ingeniería).

Los costos correspondientes a combustible y mantenimiento de los equipos terrestres (cargador y volqueta) y equipos mecánicos de la línea de producción y comercialización se encuentran descritos en la Tabla 98 Costos de Combustible y Mantenimiento Equipos.

Tabla 98 Costos de Combustible y Mantenimiento Equipos

ÍTEM	Consumo/mes	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Combustible cargador	\$ 1.607.642	\$ 19.291.704	\$ 19.947.622	\$ 20.625.841	\$ 21.327.120	\$ 22.052.242
Combustible volqueta	\$ 1.207.952	\$ 14.495.424	\$ 14.988.268	\$ 15.497.870	\$ 16.024.797	\$ 16.569.640
Mantenimiento cargador	\$ 480.000	\$ 5.760.000	\$ 5.955.840	\$ 6.158.339	\$ 6.367.722	\$ 6.584.225
Mantenimiento volqueta	\$ 387.000	\$ 4.644.000	\$ 4.801.896	\$ 4.965.160	\$ 5.133.976	\$ 5.308.531
Mantenimiento equipos mecánicos	\$ 800.000	\$ 9.600.000	\$ 9.926.400	\$ 10.263.898	\$ 10.612.870	\$ 10.973.708
Total		\$ 53.791.128	\$ 55.620.026	\$ 57.511.107	\$ 59.466.485	\$ 61.488.345

Fuente: Los Autores

Para el cálculo de la materia prima se tiene que por cada 1,49 toneladas de carbón se produce una (1) tonelada de coque, así mismo la mezcla de carbón empleada está compuesta por 40% de carbón tipo A, 30% de carbón tipo B y 30% de carbón tipo C.

Tabla 99 Costos de Ingeniería (materiales, maquinaria, equipos y materia prima)

ACTIVIDADES	INGENIERIA Y MATERIA PRIMA					
	Incremento de 3.4% anual por inflación (no aplica para materia prima)					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Zona de recepción de carbón						
Adecuación del terreno	\$ 15,000,000					
Cunetas	\$ 8,000,000					
Cerramiento de predio	\$ 12,000,000					
Sistema de riego de patios	\$ 9,000,000					
Total costo zona de recepción de carbón	\$ 44,000,000					
Zona de molienda						
Tolva de recepción de carbón	\$ 11,000,000					
Banda transportadora primaria	\$ 28,000,000					
Molino de reducción primaria	\$ 45,000,000					
Banda transportadora secundaria	\$ 21,000,000					
Molino de reducción secundaria	\$ 48,000,000					
Tolva de carbón molido	\$ 12,000,000					
Vagonetas de cargue de hornos	\$ 5,400,000					
Total costo molienda	\$ 170,400,000					
Zona de coquización						
16 hornos de coque	\$ 384,000,000					
Cimentación hornos	\$ 32,000,000					
Chimenea	\$ 85,000,000					
Sistema de apagado hornos	\$ 8,500,000					
Tanque de almacenamiento de agua	\$ 12,000,000					
Deshornador apisonador	\$ 84,000,000					
Total costo coquización	\$ 605,500,000					
Zona de Cribado						
Tolva de almacenamiento de coque	\$ 38,000,000					
Molino de rodillo dentado	\$ 49,000,000					
Banda transportadora	\$ 33,000,000					
Volqueta dobletroque	\$ 150,000,000					
Cargador de piso	\$ 120,000,000					
Criba clasificadora	\$ 88,000,000					
Total costo zona cribado	\$ 478,000,000					
Total costo ingeniería	\$ 1,297,900,000					
Materia prima						
Carbón tipo A 40%		\$ 350,000	\$ 300,000	\$ 280,000	\$ 260,000	\$ 240,000
Carbón tipo B 30%		\$ 320,000	\$ 280,000	\$ 260,000	\$ 240,000	\$ 220,000
Carbón tipo C 30%		\$ 280,000	\$ 240,000	\$ 200,000	\$ 180,000	\$ 150,000
Total costo materia prima		\$ 5,468,160,000	\$ 3,974,400,000	\$ 4,272,000,000	\$ 3,312,000,000	\$ 3,537,216,000
TOTAL COSTOS INGENIERIA	\$ 1,297,900,000	\$ 5,468,160,000	\$ 3,974,400,000	\$ 4,272,000,000	\$ 3,312,000,000	\$ 3,537,216,000

Fuente: Los Autores

• Costos de servicios públicos

El proyecto únicamente hará uso de los servicios públicos de acueducto y energía, ya que el predio se encuentra en una zona rural que no cuenta con alcantarillado; para la evacuación de las aguas residuales se construirá un pozo séptico, a este se le realizará su respectivo mantenimiento anual. En la Tabla 99 Costos por Servicios Públicos, se describen los costos respectivos.

Tabla 100 Costos por Servicios Públicos

ÍTEM	PERIODO, CONSUMO Y VALOR					
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Acueducto (\$1.200/M3)(Prom. Mensual 90m3)	\$ 1.296.000	\$ 1.340.064	\$ 1.385.626	\$ 1.432.737	\$ 1.481.451	\$ 1.531.820
Energía \$591/KWH sector industrial (52.200 KW)	\$ 30.850.200	\$ 31.899.107	\$ 32.983.676	\$ 34.105.121	\$ 35.264.696	\$ 36.463.695
Pozo séptico aplica solo para 1 periodo	\$ 12.000.000					
Mantenimiento pozo séptico	\$ -	\$ -	\$ 2.138.312	\$ 2.211.015	\$ 2.286.189	\$ 2.363.920
Valor total por periodo	\$ 44.146.200	\$ 33.239.171	\$ 36.507.615	\$ 37.748.874	\$ 39.032.335	\$ 40.359.435

Fuente: Los Autores

c) Estudio ambiental

En el estudio ambiental se requiere inicialmente un permiso de emisiones atmosféricas, permiso que concede la CAR mediante Acto Administrativo para que una persona natural o jurídica, pueda realizar emisiones al aire dentro de los límites permisibles establecidos en las normas ambientales.

Posteriormente se solicita la licencia ambiental para la operación de la planta de coque, licencia que es otorgada también por la Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR para la ejecución de un proyecto, obra o actividad, que de acuerdo con la ley y los reglamentos, pueda producir deterioro grave a los recursos naturales renovables, o al medio ambiente, o introducir modificaciones considerables o notorias al paisaje; dicha autorización sujeta al beneficiario de esta, al cumplimiento de los requisitos, términos, condiciones y obligaciones que la misma establezca en relación con la prevención, mitigación, corrección, compensación y manejo de los efectos ambientales del proyecto, obra o actividad autorizada.

La licencia ambiental llevará implícitos todos los permisos, autorizaciones y/o concesiones para el uso, aprovechamiento y/o afectación de los recursos naturales renovables, que sean necesarios por el tiempo de vida útil del proyecto, obra o actividad. En la Tabla 101 Costos de Licencias y Permisos, se indican los costos relacionados a los permisos ambientales requeridos (permiso de emisión atmosférica y licencia ambiental).

Tabla 101 Costos de Licencias y Permisos

ÍTEM	VALOR
Certificado de cámara y comercio	\$ 12.500
Plancha IGAC del predio	\$ 45.000
Información meteorológica básica del área de afectación	\$ 250.000
Plan de manejo ambiental	\$ 30.000.000
Licencia ambiental	\$ 12.000.000
Licencia de construcción	\$2.000.000
Total	\$ 44.307.500

Fuente: Los Autores

Adicional a los permisos adquiridos, la empresa PETROLOGY S.A.S. está en proceso del montaje de su sistema de gestión, seguridad y salud en el trabajo (SGSST), lo que implica que se generen costos adicionales relacionados con el manejo de residuos industriales generados por el proyecto, punto ecológico y demás actividades relacionadas.

La gestión integral de los residuos industriales se contratará con una empresa certificada por la autoridad ambiental respectiva. El costo del servicio de gestión integral de residuos industriales que comprende las fases de recolección, transporte, tratamiento y disposición final, tiene una tarifa mínima de \$ 40.000 para la primera bolsa de hasta 8 kilogramos de residuos, los kilogramos adicionales se pagarán de acuerdo a la Tabla 102 Costos por Periodo del Manejo de Residuos Industriales.

Tabla 102 Costos por Periodo del Manejo de Residuos Industriales

Incremento anual por inflación proyectada del 3,4%		KILOGRAMOS ADICIONALES POR PERIODO				
ITEM	VALOR UNITARIO ADICIONAL(KG)	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Biosanitario	\$ 3.000	48	48	48	48	48
Filtros de aire usados	\$ 3.000	18	18	18	18	18
Filtros de aceite usados	\$ 3.000	45,6	45,6	45,6	45,6	45,6
Aceite contaminado	\$ 3.000	96	96	96	96	96
Valor total adicional por periodo		\$ 622.800	\$ 643.975	\$ 665.870	\$ 688.510	\$ 711.919
Valor fijo mensual	\$ 40.000	\$ 40.000	\$ 41.360	\$ 42.766	\$ 44.220	\$ 45.724
Total por periodo		\$ 662.800	\$ 685.335	\$ 708.637	\$ 732.730	\$ 757.643

Fuente: Los Autores

Los otros costos asociados al mantenimiento de la política de seguridad y salud en el trabajo se observan de forma detallada en la Tabla 103 Costos del Mantenimiento de la Política del SGSST.

Tabla 103 Costos del Mantenimiento de la Política del SGSST

ÍTEM	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Capacitaciones	\$ 2.500.000	\$ 2.585.000	\$ 2.672.890	\$ 2.763.768	\$ 2.857.736
Punto ecológico	\$ 6.000.000				
Bombillos ahorradores	\$ 1.800.000		\$ 1.861.200		
Materiales de capacitación	\$ 350.000	\$ 361.900	\$ 374.205	\$ 386.928	\$ 400.083
Valor total por periodo	\$ 10.650.000	\$ 2.946.900	\$ 4.908.295	\$ 3.150.696	\$ 3.257.819

Fuente: Los Autores

d) Estudio administrativo

Los costos generados durante el estudio administrativo corresponden a aquellos generados por el reclutamiento del personal requerido para el proyecto, la respectiva seguridad social y parafiscales generados; así como el mobiliario y equipos requeridos para el normal desarrollo de las actividades del personal. En las siguientes Tablas se indican respectivamente.

Tabla 104 Costos Generados en el Proceso de Reclutamiento de Personal

Proceso	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Costo
Planeación	Un	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Organización	Un	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Reclutamiento	Un	3	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Aviso periódico	Un	1	\$ 112.000	\$ 336.000
Bolsa empleo	Un	1	\$ 916.3000	\$ 9.163.000
Corroborar información	Un	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Realizar prueba escrita	Un	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Calificación prueba escrita	Un	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Prueba Psicotécnica	Un	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Entrevista	Un	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Elaboración contratos	Un	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Inducción	Un	1	\$ 500.000	\$ 500.000
Capacitación	Un	1	\$ 1.000.000	\$ 1.000.000
Dirección y control	Un	1	\$ 2.000.000	\$ 2.000.000
Total				\$ 24.999.000

Fuente: Los Autores

Tabla 105 Costos Correspondientes al Mobiliario y Dotación

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor unitario	Valor total
Adecuación oficinas	Un	1	\$ 55.000.000	\$ 55.000.000
Dotación Mobiliario	Un	1	\$ 5.000.000	\$ 5.000.000
Computadores	Un	4	\$ 2.000.000	\$ 8.000.000
Adquisición impresora multifuncional	Un	1	\$ 650.000	\$ 650.000
Equipos de comunicación (celular)	Un	4	\$ 1.000.000	\$ 4.000.000
Aseo y mantenimiento	mes	720	\$ 38.000	\$ 27.360.000
Total				\$ 100.010.000

Fuente: Los Autores

Tabla 106 Prestaciones Sociales, Parafiscales y otros del Personal del Proyecto

Cargo	Salario (\$)	Prestaciones Sociales					Aportes Parafiscales					Auxilio de transporte	Dotación legal y de seguridad industrial	Total mensual
		Cesantías (8.33%)	Intereses cesantías (1%)	Prima Legal (8.33%)	Vacaciones (4.16%)	Pensión (12%)	Riesg profesional (0.522%)	Caja de compensación (4%)	ICBF (3%)	SENA (2%)				
Gerente de Proyecto	\$ 5.000.000	\$ 416.500	\$ 50.000	\$ 416.500	\$ 208.000	\$ 600.000	\$ 26.100	\$ 200.000	\$ 150.000	\$ 100.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 7.407.100	
Especialista en construcción de hornos	\$ 3.500.000	\$ 291.550	\$ 35.000	\$ 291.550	\$ 145.600	\$ 420.000	\$ 18.270	\$ 140.000	\$ 105.000	\$ 70.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 5.256.970	
Especialista en coquización	\$ 3.500.000	\$ 291.550	\$ 35.000	\$ 291.550	\$ 145.600	\$ 420.000	\$ 18.270	\$ 140.000	\$ 105.000	\$ 70.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 5.256.970	
Especialista en maquinaria y equipo	\$ 3.500.000	\$ 291.550	\$ 35.000	\$ 291.550	\$ 145.600	\$ 420.000	\$ 18.270	\$ 140.000	\$ 105.000	\$ 70.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 5.256.970	
Jefe de compras	\$ 3.500.000	\$ 291.550	\$ 35.000	\$ 291.550	\$ 145.600	\$ 420.000	\$ 18.270	\$ 140.000	\$ 105.000	\$ 70.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 5.256.970	
Auxiliar	\$ 800.000	\$ 66.640	\$ 8.000	\$ 66.640	\$ 33.280	\$ 96.000	\$ 4.176	\$ 32.000	\$ 24.000	\$ 16.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.474.947	
Jefe de coquización	\$ 2.500.000	\$ 208.250	\$ 25.000	\$ 208.250	\$ 104.000	\$ 300.000	\$ 13.050	\$ 100.000	\$ 75.000	\$ 50.000	\$ -	\$ 240.000	\$ 3.823.550	
Analista de laboratorio	\$ 1.100.000	\$ 91.630	\$ 11.000	\$ 91.630	\$ 45.760	\$ 132.000	\$ 5.742	\$ 44.000	\$ 33.000	\$ 22.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.904.973	
Operador de cargador	\$ 1.100.000	\$ 91.630	\$ 11.000	\$ 91.630	\$ 45.760	\$ 132.000	\$ 5.742	\$ 44.000	\$ 33.000	\$ 22.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.904.973	
Supervisor de coquización	\$ 900.000	\$ 74.970	\$ 9.000	\$ 74.970	\$ 37.440	\$ 108.000	\$ 4.698	\$ 36.000	\$ 27.000	\$ 18.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.618.289	
Operador de mezclador	\$ 785.000	\$ 65.391	\$ 7.850	\$ 65.391	\$ 32.656	\$ 94.200	\$ 4.098	\$ 31.400	\$ 23.550	\$ 15.700	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.453.446	
Operador de molino	\$ 785.000	\$ 65.391	\$ 7.850	\$ 65.391	\$ 32.656	\$ 94.200	\$ 4.098	\$ 31.400	\$ 23.550	\$ 15.700	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.453.446	
Operador de pulverizador	\$ 785.000	\$ 65.391	\$ 7.850	\$ 65.391	\$ 32.656	\$ 94.200	\$ 4.098	\$ 31.400	\$ 23.550	\$ 15.700	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.453.446	
Hornero	\$ 1.000.000	\$ 83.300	\$ 10.000	\$ 83.300	\$ 41.600	\$ 120.000	\$ 5.220	\$ 40.000	\$ 30.000	\$ 20.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.761.631	
Deshornador	\$ 1.000.000	\$ 83.300	\$ 10.000	\$ 83.300	\$ 41.600	\$ 120.000	\$ 5.220	\$ 40.000	\$ 30.000	\$ 20.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.761.631	
Operador de Criba	\$ 785.000	\$ 65.391	\$ 7.850	\$ 65.391	\$ 32.656	\$ 94.200	\$ 4.098	\$ 31.400	\$ 23.550	\$ 15.700	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.453.446	
Supervisor de patio de acopio y despacho	\$ 785.000	\$ 65.391	\$ 7.850	\$ 65.391	\$ 32.656	\$ 94.200	\$ 4.098	\$ 31.400	\$ 23.550	\$ 15.700	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.453.446	
Conductor de Volqueta	\$ 1.100.000	\$ 91.630	\$ 11.000	\$ 91.630	\$ 45.760	\$ 132.000	\$ 5.742	\$ 44.000	\$ 33.000	\$ 22.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.904.973	
Electromecánico	\$ 1.100.000	\$ 91.630	\$ 11.000	\$ 91.630	\$ 45.760	\$ 132.000	\$ 5.742	\$ 44.000	\$ 33.000	\$ 22.000	\$ 88.211	\$ 240.000	\$ 1.904.973	

Fuente: Los Autores

En la Tabla 107 Prestaciones Sociales Totales del Personal del Proyecto en el Horizonte de Planeación, se indican los costos totales generados por el personal del proyecto durante el horizonte de planeación.

Tabla 107 Prestaciones Sociales Totales del Personal del Proyecto en el Horizonte de Planeación

Cargo	Personas	Duración	Remuneración mensual con parafiscales	El incremento anual es de 6,4% - 3 puntos por encima de la inflación proyectada				
				Periodo 1	Periodo 2	Periodo 3	Periodo 4	Periodo 5
Gerente de Proyecto	1	1 año	\$ 7,407,100.00	88885200				
Especialista en construcción de hornos	1	1 año	\$ 5,256,970.00	63083640				
Especialista en coquización	1	1 año	\$ 5,256,970.00	\$ 63,083,640				
Especialista en maquinaria y equipo	1	1 año	\$ 556,970.00	\$ 6,683,640				
Jefe de compras	1	5 años	\$ 5,256,970.00	\$ 63,083,640	\$ 67,120,993	\$ 71,416,737	\$ 75,987,408	\$ 80,850,602
Auxiliar	3	5 años	\$ 1,474,947.00	\$ 53,098,092	\$ 56,496,370	\$ 60,112,138	\$ 63,959,314	\$ 68,052,710
Jefe de coquización	1	5 años	\$ 3,823,560.00	\$ 45,882,600	\$ 48,819,086	\$ 51,943,508	\$ 55,267,892	\$ 58,805,038
Analista de laboratorio	1	5 años	\$ 1,904,973.00	\$ 22,859,676	\$ 24,322,695	\$ 25,879,348	\$ 27,535,626	\$ 29,297,906
Operador de cargador	1	5 años	\$ 1,904,973.00	\$ 22,859,676	\$ 24,322,695	\$ 25,879,348	\$ 27,535,626	\$ 29,297,906
Supervisor de coquización	1	5 años	\$ 1,618,289.00	\$ 19,419,468	\$ 20,662,314	\$ 21,984,702	\$ 23,391,723	\$ 24,888,793
Operador de mezclador	1	5 años	\$ 1,453,446.00	\$ 17,441,352	\$ 18,557,599	\$ 19,745,285	\$ 21,008,983	\$ 22,353,558
Operador de molino	1	5 años	\$ 1,453,446.00	\$ 17,441,352	\$ 18,557,599	\$ 19,745,285	\$ 21,008,983	\$ 22,353,558
Operador de pulverizador	1	5 años	\$ 1,453,446.00	\$ 17,441,352	\$ 18,557,599	\$ 19,745,285	\$ 21,008,983	\$ 22,353,558
Hornero	6	5 años	\$ 1,761,631.00	\$ 126,837,432	\$ 134,955,028	\$ 143,592,149	\$ 152,782,047	\$ 162,560,098
Deshornador	1	5 años	\$ 1,761,631.00	\$ 21,139,572	\$ 22,492,505	\$ 23,932,025	\$ 25,463,674	\$ 27,093,350
Operador de Criba	1	5 años	\$ 1,453,446.00	\$ 17,441,352	\$ 18,557,599	\$ 19,745,285	\$ 21,008,983	\$ 22,353,558
Supervisor de patio de acopio y despacho	1	5 años	\$ 1,453,446.00	\$ 17,441,352	\$ 18,557,599	\$ 19,745,285	\$ 21,008,983	\$ 22,353,558
Conductor de Volqueta	1	5 años	\$ 1,904,973.00	\$ 22,859,676	\$ 24,322,695	\$ 25,879,348	\$ 27,535,626	\$ 29,297,906
Electromecánico	1	5 años	\$ 1,904,973.00	\$ 22,859,676	\$ 24,322,695	\$ 25,879,348	\$ 27,535,626	\$ 29,297,906
TOTAL COSTO DE PERSONAL POR PERIODO				\$ 729,842,388	\$ 759,036,084	\$ 789,397,527	\$ 820,973,428	\$ 853,812,365

Fuente: Los Autores

En la Tabla 108 Costos Totales Generados, se indican los costos totales requeridos por el proyecto durante el horizonte de planeación establecido de 5 años.

Tabla 108 Costos Totales Generados

DESCRIPCIÓN	PERIODO EN AÑOS					5
	0	1	2	3	4	
Desarrollo de idea						
Estudio de mercado	\$ 8.620.001	\$ 8.964.802	\$ 9.323.395	\$ 9.696.332	\$ 10.084.186	\$ 10.427.048
Estudio técnico:	ç					
Localización	\$ 4.170.000	\$ -	\$ -	\$ 4.595.340	\$ -	\$ 1.919.776
Ingeniería	\$ 1.297.900.000	\$ 5.468.160.000	\$ 3.974.400.000	\$ 4.272.000.000	\$ 3.312.000.000	\$ 3.537.216.000
Mantenimiento		\$ 53.791.128	\$ 55.620.026	\$ 57.511.107	\$ 59.466.485	\$ 61.488.345
Servicios públicos	\$ 44.146.200	\$ 33.239.171	\$ 36.507.615	\$ 37.748.874	\$ 39.032.335	\$ 40.359.435
Estudio ambiental						
licencias y permisos	\$ 44.307.500					
Manejo residuos industriales		\$ 662.800	\$ 685.335	\$ 708.637	\$ 732.730	\$ 757.643
Política SGSST		\$ 10.650.000	\$ 2.946.900	\$ 4.908.295	\$ 3.150.696	\$ 3.257.819
Estudio administrativo						
Reclutamiento		\$ 24.999.000				
Mobiliario	\$ 72.650.000					
Aseo	\$ 27.360.000	\$ 28.290.240	\$ 29.252.108	\$ 30.246.680	\$ 31.275.067	\$ 32.338.419
Recurso Humano		\$ 729.842.388	\$ 759.036.084	\$ 789.397.527	\$ 820.973.428	\$ 853.812.365
TOTAL COSTOS	\$ 1.499.153.701	\$ 6.358.599.529	\$ 4.867.771.463	\$ 5.206.812.791	\$ 4.276.714.927	\$ 4.541.576.850

Fuente: Los Autores

3.5.1.4 Ingresos

Los ingresos se calculan según la capacidad de producción de la línea de producción y comercialización de coque establecida en el estudio de mercado; para el proyecto se estima de 890 toneladas de producción mensual. Esta producción es variable en los periodos 2 y 4 debido a los mantenimientos de la batería de coque, también los precios presentan un cambio en el horizonte de planeación que se explica en el estudio de mercado, este cambio de precio tiene un efecto en los ingresos que se evidenciarán en la Tabla 109 Ingresos por la Operación de la Línea de Producción y Comercialización.

Tabla 109 Ingresos por la Operación de la Línea de Producción y Comercialización

INGRESOS POR VENTAS	PERIODOS (AÑOS)				
	1	2	3	4	5
Precio de venta al público	\$ 680.000	\$ 620.000	\$ 550.000	\$ 480.000	\$ 440.000
Volumen de ventas (Ton)	10.680	10.200	10.680	10.200	10.680
TOTAL INGRESOS	\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000

Fuente: Los Autores

3.5.1.5 Depreciaciones

En la Tabla 110 Depreciación Anual, se indica la depreciación calculada para todos los equipos, maquinaria, transporte terrestre, muebles y enseres que serán adquiridos por la línea de producción. Como se indicó en los aspectos macroeconómicos del proyecto la depreciación será del 10% anual.

Tabla 110 Depreciación Anual

DEPRECIACIONES		
Bienes	Monto a depreciar	Depreciación anual
Maquinaria y equipos, transporte terrestre, muebles y enseres (10%)	\$ 1.341.900.000	\$ 134.190.000

Fuente: Los Autores

3.5.1.6 Estado de resultados de la operación

El estado de resultados, también conocido como estado de pérdidas y ganancias (PYG) es un reporte financiero que indica en un periodo determinado los ingresos, los gastos, el beneficio o pérdida que ha generado por el proyecto (Jaramillo V, 2018), esta información se analiza y con base a esto se toman decisiones sobre el negocio. En la Tabla 111 Estado de Resultados de Operación, se muestra el estado de resultados del proyecto de la línea de producción y comercialización de coque.

Tabla 111 Estado de Resultados del Proyecto

ESTADO DE RESULTADOS DE OPERACIÓN						
PERÍODO (AÑO)	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ingresos operacionales		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
TOTAL INGRESOS		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
COSTOS Y GASTOS						
Costos y Gastos Operacionales		\$ 5.982.663.529	\$ 5.088.019.463	\$ 4.913.112.791	\$ 4.460.254.927	\$ 4.298.393.250
Costos de inversión	\$ 1.499.153.701					
Depreciación anual		\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 1.499.153.701	\$ 6.116.853.529	\$ 5.222.209.463	\$ 5.047.302.791	\$ 4.594.444.927	\$ 4.432.583.250
Utilidad antes de impuestos		\$ 1.145.546.471	\$ 1.101.790.537	\$ 826.697.209	\$ 301.555.073	\$ 266.616.750
Impuesto de renta 33%		\$ 378.030.335	\$ 363.590.877	\$ 272.810.079	\$ 99.513.174	\$ 87.983.527
UTILIDAD NETA	-\$ 1.499.153.701	\$ 767.516.136	\$ 738.199.660	\$553.887.130	\$ 202.041.899	\$178.633.222

Fuente: Los Autores

3.5.1.7 Flujo de caja del proyecto (sin financiación)

El Flujo de Caja es un informe financiero que presenta el detalle de los flujos de ingresos y egresos de dinero en efectivo que tiene una empresa o proyecto en un período determinado. Para el proyecto corresponde a 5 años.

Tabla 112 Flujo de Caja del Proyecto

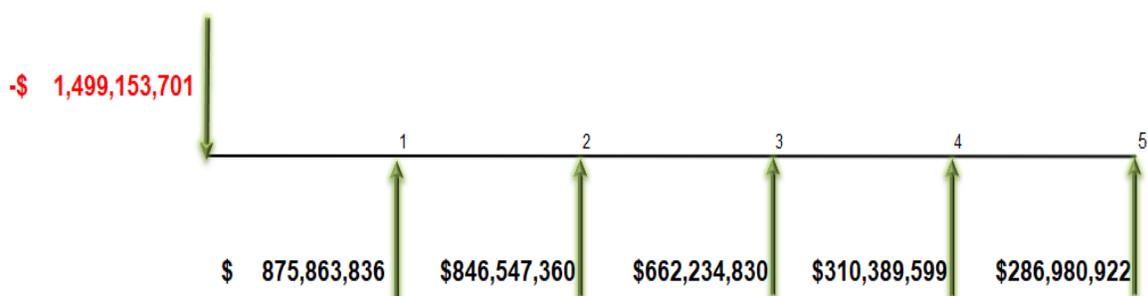
FLUJO DE CAJA NETO (SIN FINANCIACIÓN)						
PERIODO (AÑO)	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ingresos operacionales		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
TOTAL INGRESOS		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
COSTOS Y GASTOS						
Costos de Inversión	\$ 1.499.153.701					
Costos y gastos operacionales		\$ 5.982.663.529	\$ 5.088.019.463	\$ 4.913.112.791	\$ 4.460.254.927	\$ 4.298.393.250
Costos de Impuestos		\$ 403.872.635	\$ 389.433.177	\$ 298.652.379	\$ 125.355.474	\$ 113.825.827
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 1.499.153.701	\$ 6.386.536.164	\$ 5.477.452.640	\$ 5.211.765.170	\$ 4.585.610.401	\$ 4.412.219.078
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 1.499.153.701	\$ 875.863.836	\$ 846.547.360	\$ 662.234.830	\$ 310.389.599	\$ 286.980.922

Fuente: Los Autores

- **Gráfica flujo de caja del proyecto (sin financiación)**

En la Figura 36 Flujo de Caja del Proyecto, se muestran de forma gráfica las entradas y salidas de dinero en cada periodo del horizonte de planeación.

Figura 36 Flujo de Caja del Proyecto



Fuente: Los Autores

3.5.1.8 Financiamiento

Para la realización del proyecto, es necesario realizar un préstamo bancario por el 60% de los gastos y costos en los que se incurren en el año cero, el valor restante del total requerido será asumido por la empresa. Este préstamo se hace por un valor de \$899.492.221 (COP).

Para este préstamo se han estudiado las siguientes fuentes de financiación:

- **Crédito comercial preferencial**

Esta clase de crédito es el que las entidades financieras otorgan a sus mejores clientes. Estos créditos tienen un interés ligeramente superior al que pagan bancos y cajas en los préstamos que se realizan entre ellos en el mercado interbancario. Se evalúa este sistema de crédito ya que la empresa PETROLOGY S.A.S. actualmente trabaja con dos entidades financieras para el manejo de sus recursos

financieros y por su buen manejo la empresa está catalogada como cliente AA. En la Tabla 113 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Preferencial, se describen las tasas respectivas de las dos entidades financieras.(Superintendencia de Industria y Comercio, 2018).

Tabla 113 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Preferencial

CRÉDITO COMERCIAL PREFERENCIAL	
ENTIDAD	A MAS DE 1.825 DÍAS
Banco Davivienda	10,05%
Bancolombia	8,67%

Fuente: www.superfinanciera.gov.co

- **Crédito comercial ordinario**

Este crédito es otorgado a personas naturales o jurídicas destinado al desarrollo de actividades económicas organizadas. Personas naturales y jurídicas con una actividad económica organizada,(Superintendencia de Industria y Comercio, 2018) y cuyos activos totales superen los 500 SMMLV (Salarios Mínimos Mensuales Legales Vigentes), de igual manera incluye entidades territoriales. En la Tabla 114 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Ordinario, se indican las tasas de los créditos disponibles por las determinadas entidades. Se evalúa esta clase de crédito en caso de que las entidades con las cuales trabaja la empresa PETROLOGY S.A.S. no le asignen el crédito preferencial.

Tabla 114 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Ordinario

CRÉDITO COMERCIAL ORDINARIO	
ENTIDAD	A MAS DE 1.825 DÍAS
AV Villas	11,77%
Banagrario	14,31%
Banco Davivienda	12,00%
Banco de Bogotá	10,56%
Bancolombia	9,92%
Banco Occidente	9,89%
Banco ITAU	8,70%

Fuente: www.superfinanciera.gov.co

Con base a la información de la Tabla 113 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Preferencial y de la Tabla 114 Tasas Efectivas Anuales Crédito Comercial Preferencial, se realiza el estudio de financiación con la tasa de crédito preferencial de 8,67% efectivo anual de la entidad financiera Bancolombia. Se toma el crédito de esta entidad ya que la empresa PETROLOGY SAS es cliente preferencial de esta y en periodos anteriores ya ha hecho uso de esta modalidad de crédito.

Adicionalmente la tasa ofrecida por Bancolombia para el monto solicitado y el periodo en el que se requiere la financiación es la más baja reportada por Superfinanciera. El monto a financiar corresponde al 60% del total de los costos totales requeridos para el periodo 1 y que corresponde a \$899.492.221. En la Tabla 115 Financiación y Amortización, se indica la financiación y la amortización respectiva.

Tabla 115 Financiación y Amortización

Periodo(años)	Capital	Abonos a Capital	Interes	Cuota Fija
0	\$ 899,492,221			
1	\$ 748,202,229	\$ 151,289,992	\$ 77,985,976	\$ 229,275,967
2	\$ 583,795,395	\$ 164,406,834	\$ 64,869,133	\$ 229,275,967
3	\$ 405,134,489	\$ 178,660,906	\$ 50,615,061	\$ 229,275,967
4	\$ 210,983,682	\$ 194,150,807	\$ 35,125,160	\$ 229,275,967
5	\$ -	\$ 210,983,682	\$ 18,292,285	\$ 229,275,967

Fuente: Los Autores

3.5.1.9 Estado de resultados de la operación con financiación

En la Tabla 116 Estado de Resultados del Proyecto Financiado, se muestra el estado de resultados del proyecto financiado de la línea de producción y comercialización de coque.

Tabla 116 Estado de Resultados del Proyecto Financiado

ESTADO DE RESULTADOS DE OPERACIÓN CON FINANCIACIÓN						
PERIÓDO (AÑO)	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ingresos operacionales		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
TOTAL INGRESOS		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
COSTOS Y GASTOS						
Costos y Gastos Operacionales		\$ 5.982.663.529	\$ 5.088.019.463	\$ 4.913.112.791	\$ 4.460.254.927	\$ 4.298.393.250
Depreciación anual		\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000	\$ 134.190.000
Costos de inversión	\$ 1.499.153.701					
Gastos financieros		\$ 77.985.976	\$ 64.869.133	\$ 50.615.061	\$ 35.125.160	\$ 18.292.285
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 1.499.153.701	\$ 6.194.839.504	\$ 5.287.078.596	\$ 5.097.917.852	\$ 4.629.570.087	\$ 4.450.875.535
Utilidad antes de impuestos		\$ 1.067.560.496	\$ 1.036.921.404	\$ 776.082.148	\$ 266.429.913	\$ 248.324.465
Impuesto de renta 33%		\$ 352.294.964	\$ 342.184.063	\$ 256.107.109	\$ 87.921.871	\$ 81.947.073
UTILIDAD NETA	-\$1.499.153.701	\$ 715.265.532	\$ 694.737.341	\$ 519.975.039	\$ 178.508.042	\$ 166.377.391

Fuente: Los Autores

3.5.1.10 Flujo de caja con financiación

Este flujo de caja incluye la financiación del proyecto proveniente de la entidad financiera, en este proyecto la del Banco Colombia. En el flujo de caja se incluye la amortización a capital y el pago de intereses.

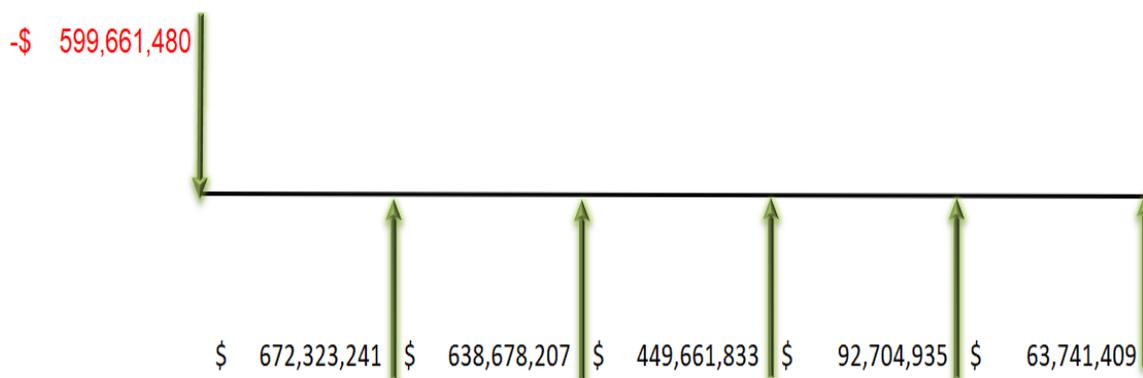
Tabla 117 Flujo de Caja con Financiación

FLUJO DE CAJA NETO CON FINANCIACIÓN						
PERIODO (AÑO)	0	1	2	3	4	5
INGRESOS						
Ingresos operacionales		\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
Ingresos por crédito	\$ 899.492.221					
TOTAL INGRESOS	\$ 899.492.221	\$ 7.262.400.000	\$ 6.324.000.000	\$ 5.874.000.000	\$ 4.896.000.000	\$ 4.699.200.000
COSTOS Y GASTOS						
Costos de Inversión	\$ 1.499.153.701					
Costos y gastos operacionales		\$ 5.982.663.529	\$ 5.088.019.463	\$ 4.913.112.791	\$ 4.460.254.927	\$ 4.298.393.250
Pago préstamo (capital más intereses)		\$ 229.275.967	\$ 229.275.967	\$ 229.275.967	\$ 229.275.967	\$ 229.275.967
Costos de impuestos		\$ 378.137.264	\$ 368.026.363	\$ 281.949.409	\$ 113.764.171	\$ 107.789.373
TOTAL COSTOS Y GASTOS	\$ 1.499.153.701	\$ 6.590.076.759	\$ 5.685.321.793	\$ 5.424.338.167	\$ 4.803.295.065	\$ 4.635.458.591
FLUJO DE CAJA NETO	-\$ 599.661.480	\$ 672.323.241	\$ 638.678.207	\$ 449.661.833	\$ 92.704.935	\$ 63.741.409

Fuente: Los Autores

En la Figura 37 Flujo de Caja con Financiación, se muestran de forma gráfica las entradas y salidas de dinero en cada periodo del horizonte de planeación.

Figura 37 Flujo de Caja con Financiación



Fuente: Los Autores

3.5.1.11 Balance general del proyecto

Es el estado financiero que presenta la situación de la empresa en un momento dado. Sus elementos son los activos, los pasivos y el patrimonio.

En la Tabla 118 Balance General del Horizonte de Planeación del Proyecto, se presenta el cálculo del balance después de realizar el crédito con Bancolombia para los 5 años del horizonte planeado

Tabla 118 Balance General del Horizonte de Planeación del Proyecto

BALANCE						
	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Activo corriente						
Caja	\$ -	\$ 616.443.240	\$ 1.199.241.447	\$ 1.593.023.327	\$ 1.629.848.262	\$ 1.637.709.672
Inventarios	\$ -	\$ -				
Total activo corriente	\$ -	\$ 616.443.240	\$ 1.199.241.447	\$ 1.593.023.327	\$ 1.629.848.262	\$ 1.637.709.672
Propiedad, planta y equipo	\$ 1.499.153.701	\$ 1.499.153.701	\$ 1.499.153.701	\$ 1.499.153.701	\$ 1.499.153.701	\$ 1.499.153.701
Terrenos	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
Total activo no corriente	\$ 1.549.153.701	\$ 1.549.153.701	\$ 1.549.153.701	\$ 1.549.153.701	\$ 1.549.153.701	\$ 1.549.153.701
Total activo	\$ 1.549.153.701	\$ 2.165.596.941	\$ 2.748.395.148	\$ 3.142.177.028	\$ 3.179.001.963	\$ 3.186.863.373
Pasivo corriente						
Obligaciones financieras						
Impuestos						
Total pasivo corriente	\$ -					
Obligaciones financieras	\$ 899.492.221	\$ 748.202.230	\$ 583.795.396	\$ 405.134.490	\$ 210.983.683	\$ 1
Total pasivo no corriente	\$ 899.492.221	\$ 748.202.230	\$ 583.795.396	\$ 405.134.490	\$ 210.983.683	\$ 1
Total pasivo	\$ 899.492.221	\$ 748.202.230	\$ 583.795.396	\$ 405.134.490	\$ 210.983.683	\$ 1
Patrimonio	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000	\$ 50.000.000
Capital	\$ 599.661.480	\$ 599.661.480	\$ 599.661.480	\$ 599.661.480	\$ 599.661.480	\$ 599.661.480
Utilidad del Ejercicio	\$ -	\$ 767.733.232	\$ 747.205.041	\$ 572.442.786	\$ 230.975.742	\$ 218.845.092
Utilidades Acumuladas	\$ -	\$ -	\$ 767.733.232	\$ 1.514.938.272	\$ 2.087.381.058	\$ 2.318.356.800
Total patrimonio	\$ 649.661.480	\$ 1.417.394.712	\$ 2.164.599.753	\$ 2.737.042.539	\$ 2.968.018.281	\$ 3.186.863.372
Pasivo +patrimonio	\$ 1.549.153.701	\$ 2.165.596.942	\$ 2.748.395.149	\$ 3.142.177.028	\$ 3.179.001.963	\$ 3.186.863.373

Fuente: Los Autores

3.5.2 Conclusiones

- Para llevar a cabo el proyecto se necesita una inversión inicial de COP\$1.499.153.700, recursos que serán financiados en un 60% con un banco local.
- De las alternativas de financiación evaluadas para un crédito a 5 años, la de crédito comercial preferencial del Banco Colombia, resulta ser la más favorable. Además de ser un banco con el que PETROLOGY S.A.S. tiene relaciones comerciales.
- Los costos de los años 2 al 5 serán cerca del 50% más bajos de los costos que se tendrán en el primer año dado que en el año 0 se realiza el montaje de la línea de producción y comercialización de coque.
- Los ingresos en el primer año son los más altos del periodo evaluado, se disminuyen en los periodos 2 y 4 en razón a los mantenimientos de la batería de coque y en los otros años del horizonte de planeación del proyecto debido a la disminución del precio por tonelada como se explica en el estudio de mercado.

3.5.3 Recomendaciones

- Tomar el crédito por el 60% del valor requerido por el proyecto, equivalente a \$899.492.221 con la entidad financiera Bancolombia, al ser el más favorable en cuanto a la tasa de interés, es la entidad con la que la empresa PETROLOGY S.A.S. ha sido cliente desde su fundación con calificación AA y porque esta entidad bancaria en otras ocasiones ya ha realizado préstamos a la empresa.
- Se recomienda que el aporte de capital por parte de la empresa PETROLOGY S.A.S. sea en lo posible mayor o igual al 50%, ya que, pese a que la tasa es favorable los costos financieros equivalen al 27,44% del valor del préstamo.
- Tratar de realizar abonos a capital del crédito, cuando se generen excedentes, para reducir el costo financiero generado por el crédito.
- Hacer una evaluación financiera que permita identificar y medir los efectos de aquellas variables que pueden generar un riesgo y por consiguiente afectar la viabilidad del proyecto.
- Se recomienda generar buenas prácticas de operación de la batería de coque para reducir el tiempo de mantenimiento de los hornos y minimizar la reducción de la producción en aquellos periodos del horizonte donde se requiere este mantenimiento.
- Revisar los beneficios tributarios y oportunidades de la economía naranja del nuevo gobierno.

4. EVALUACIÓN FINANCIERA

Una vez concluidos los estudios, con base en la información obtenida se realiza la evaluación financiera.

En la evaluación financiera se analizan para la alternativa seleccionada, los costos y beneficios del proyecto con el fin de determinar su viabilidad financiera, considerando los criterios y metodologías estudiadas en el Especialización, entre las que están el Valor Presente Neto (VPN) y la Tasa Interna de Retorno (TIR), para establecer si el proyecto está en capacidad de atender sus costos y gastos, recuperar la inversión inicial realizada y generar la rentabilidad esperada para el proyecto y los inversionistas.

En razón a la incertidumbre y riesgo que generan los proyectos, se efectuó un Análisis de Sensibilidad, con el fin de examinar como afecta el resultado y las conclusiones, dentro de los escenarios posibles que pudieran significar variaciones en factores de gran influencia en los flujos de caja y estimativo de los parámetros de evaluación.

4.1 Hallazgos

4.1.1 Alcance, bases y antecedentes

La evaluación financiera es el mecanismo mediante el cual se apoyan las decisiones en los diversos proyectos. Esta evaluación se realiza con los flujos obtenidos en los diferentes estudios realizados, concentrados en el estudio de costos y beneficios, presupuestos, inversión y financiamiento.

Con la información recogida del estudio de costos y beneficios se calculan indicadores, los cuales sirven para evaluar el proyecto en términos financieros con el fin de encontrar la mejor opción para el proyecto. Los indicadores típicos para realizar una evaluación financiera son:

- Tasa Interna de Retorno (TIR): es la tasa de interés o rentabilidad que genera un proyecto. Y se encarga de medir la rentabilidad de una inversión («Rankia Colombia», 2003). Este valor se halla teniendo en cuenta la inversión necesaria para la ejecución del proyecto y los beneficios calculados para el mismo en el horizonte de planeación definido para el proyecto. Para el caso de la evaluación financiera se hace para un periodo de 5 años, y cada periodo es un año, cómo se indica en el flujo de caja neto.
- Valor Presente Neto (VPN): es una herramienta que sirve como indicador para medir y determinar la viabilidad de una inversión o un proyecto en términos de rentabilidad y ganancia, el cual proporciona a partir de su análisis un marco de referencia para la toma de decisiones («Valor presente neto VPN | ABCFinanzas.com», 2017). El valor presente neto es el indicador que muestra la

viabilidad financiera del proyecto, el cual lleva los valores futuros, a un momento en el tiempo establecido por el evaluador, para poder comparar cada uno de los montos. Para el caso de la evaluación financiera del proyecto, se evaluará el VPN para el periodo cero, con una tasa de descuento igual a la WACC o el CPPC.

El objetivo principal de la evaluación financiera es determinar, la viabilidad o no del proyecto en este aspecto; razón por la cual en esta evaluación se calcula la TIR y el VPN.

Finalmente se realiza un análisis de sensibilidad para determinar hasta qué nivel el proyecto es viable, al generar cambios en alguna de las variables.

En la Tabla 119 Criterios para evaluar VPN y TIR, se muestran los criterios que se pueden determinar al evaluar la TIR y el VPN.

Tabla 119 Criterios para evaluar VPN y TIR

Indicador	Valor	Criterio
VPN	< 0	Indica que el proyecto no es rentable, ya que el dinero invertido tiene un rendimiento menor al costo de oportunidad del inversionista
	0	El proyecto produce al inversionista lo mismo que su actividad económica actual
	> 0	Indica que el proyecto es rentable, ya que el dinero invertido tiene un rendimiento mayor al costo de oportunidad del inversionista
TIR	< WACC	Indica que es posible que el proyecto no esté construyendo valor
	= WACC	El proyecto crea el mismo valor que el del costo de oportunidad
	> WACC	Indica que es posible que el proyecto esté construyendo valor

4.1.2 Costo Promedio Ponderado del Capital (WACC)

Los recursos necesarios para la financiación de un proyecto, sin importar si son propios o provienen de una entidad financiera, tienen un costo que debe ser asumido por el proyecto. Este costo se conoce como WACC (*Weighted Average Cost of Capital*), o Costo Promedio Ponderado del Capital (CPPC).

La importancia de conocer la WACC, radica en la comparación con la TIR, ya que, si la WACC es superior a la TIR del proyecto, es un claro indicador que el proyecto no es viable financieramente, destruye valor; ya que indica que el costo del capital que se invierte es mayor a los beneficios que se obtendrían por el proyecto.

Con el fin de calcular la WACC, es necesario determinar los siguientes parámetros:

- **Tasa Libre de Riesgo Rf (TES):** Para determinar la tasa libre de riesgo se toma un título de deuda emitido por el Gobierno en Colombia (TES), con vencimiento

a Julio de 2.024, ya que es la fecha más próxima al horizonte de planeación del proyecto. Este valor es de 6,47% («Grupo Aval - Datos Históricos», 2018), este parámetro para el cálculo de la WACC, es el Rf.

- **Rendimiento del mercado (Rm):** Ya que este proyecto, es realizado para la empresa PETROLOGY S.A.S., para determinar el Rm, se calcula el ROE de la empresa, el cual se establece calculando el total la rentabilidad de los últimos 2 años dividido en el total del patrimonio de ese mismo periodo de tiempo.

$$R_m = ROE = \frac{\sum Utilidad}{\sum Patrimonio}$$

De acuerdo a la información suministrada por PETROLOGY S.A.S., el ROE para la organización es del 10%.

- **Beta β :** el factor beta es la relación de la variación de la rentabilidad del sector energético y el sector minero, que afecta al proyecto. Para el caso de esta evaluación financiera se toma un beta de 1,25 acorde con («Betas Damodaran 2018 - Español», 2018).
- **Costo de capital propio o patrimonial K_e :** Es aquella parte de la inversión que se debe financiar con recursos propios.

$$K_e = R_f + \left((R_m - R_f) \times \beta \right)$$

- **Costo de la deuda K_d :** Se ve representada en la tasa efectiva anual por los préstamos bancarios:

Tasa del crédito: 8.67% EA

Tasa de impuestos T_s : 33%

$$K_d = Tasa * (1 - T_s)$$

4.1.3 Cálculos del VPN y la TIR

Para realizar los cálculos del VPN y la TIR es necesario calcular primero la WACC. Para este paso se realizan los siguientes cálculos:

Tabla 120 Valores para cálculo de la WACC

Rf	6,47%
Rm	10%
Beta	1,25
Tasa Crédito	8,67%
Ts	33%
Ke	10,31%

Con los valores de la Tabla 120 Valores para cálculo de la WACC, y aplicando las ecuaciones descritas en el numeral 4.1.2, se procede a calcular la WACC para el proyecto como se observa en la Tabla 121 Cálculo de la WACC:

Tabla 121 Cálculo de la WACC

Descripción	Monto	Tasa ponderada	Participación	WACC
Costo Capital propio	\$ 599.661.480	5.81%	40%	3.49%
Costo Préstamo	\$ 899.492.221	10.31%	60%	4.12%
TOTAL	\$ 1.499.153.701		100%	7.61%

Fuente: Los Autores

Una vez calculada la WACC se procede a calcular el VPN y la TIR para los flujos de caja del proyecto, sin y con financiación.

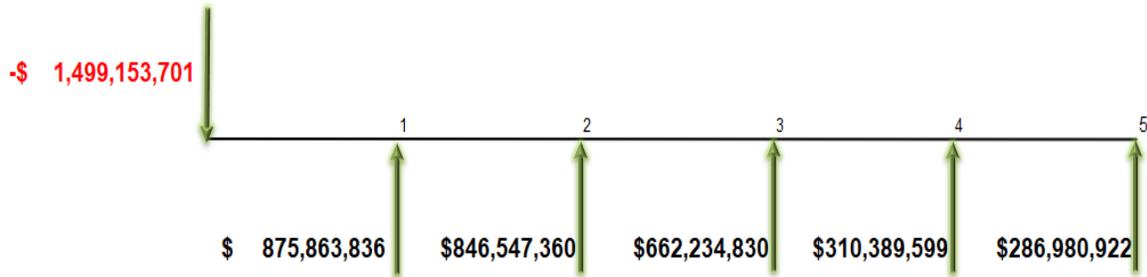
4.1.4 Flujo de caja del proyecto

El flujo de caja es uno de los estados financieros básicos, presenta de manera dinámica, el movimiento de entradas y salidas de efectivo del proyecto, en un periodo determinado de tiempo y la situación de efectivo al final del mismo periodo.

4.1.4.1 Flujo de caja del proyecto sin financiación

A continuación, se presenta el flujo de caja del proyecto sin financiación y su correspondiente evaluación.

Figura 38 Flujo de Caja del Proyecto sin Financiación



Fuente: Los Autores

Acorde con ese flujo de caja se hallan el VPN y la TIR para este caso, los cuales se reflejan en la Tabla 122 VPN y TIR para Flujo de Caja Sin Financiación.

Tabla 122 VPN y TIR para Flujo de Caja Sin Financiación

Parámetro	VPN	TIR	WACC
Sin Financiación	\$ 869.392.199	37%	10,31%

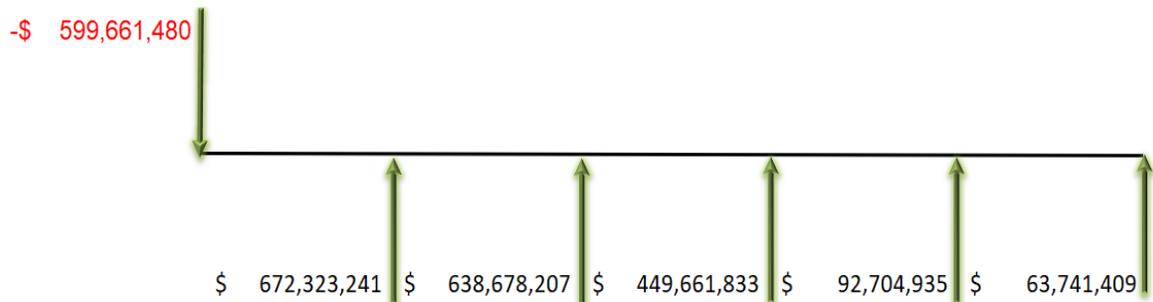
Fuente: Los Autores

Para las condiciones actuales se tiene que el proyecto agrega valor. Es decir, se recomendaría la ejecución del proyecto para las condiciones específicas de este estudio. Sin embargo, es necesario re evaluar algunas condiciones del proyecto, tales como el precio de venta de la tonelada de coque, ya que al realizar las proyecciones el precio de venta se reduce más de 10% para cada uno de los años del horizonte establecido, condiciones que corresponderían a un escenario conservador o pesimista.

4.1.4.2 Flujo de caja del proyecto con financiación

A continuación, se presenta el flujo de caja del proyecto con financiación y su correspondiente evaluación.

Figura 39 Flujo de Caja del Proyecto Con Financiación



Fuente: Los Autores

Acorde con ese flujo de caja se halla el VPN y la TIR para este caso, los cuales se reflejan en la Tabla 123 VPN y TIR para Flujo de Caja Con Financiación.

Tabla 123 VPN y TIR para Flujo de Caja Con Financiación

Parámetro	VPN	TIR	WACC
Con Financiación	\$ 1.050.872.650	91%	7,61%

Fuente: Los Autores

Para las condiciones actuales se tiene que el proyecto agrega valor. Se recomendaría la ejecución del proyecto para las condiciones dadas, incluidas las de financiación.

4.1.5 Análisis de sensibilidad

Siguiendo con la evaluación financiera se realiza el análisis de sensibilidad del proyecto, donde se analizan los cambios del VPN del flujo de caja con financiación, ante diferentes escenarios en los cambios de la tasa de crédito y el precio promedio de la tonelada de coque en el horizonte del proyecto.

Se consideraron los siguientes escenarios:

4.1.5.1 Primer escenario: Cambio del precio de venta de la tonelada de coque

Las condiciones están dadas para una reducción constante del precio de venta de la tonelada de coque, en promedio de más del 11% cada año por 5 años. En este escenario se evaluó una reducción del precio de la tonelada de coque anual del 12 al 8% por los 5 años del horizonte de planeación y se calculó el VPN para cada uno de los porcentajes mencionados. Los datos para el escenario descrito se muestran en la Tabla 124 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Coque.

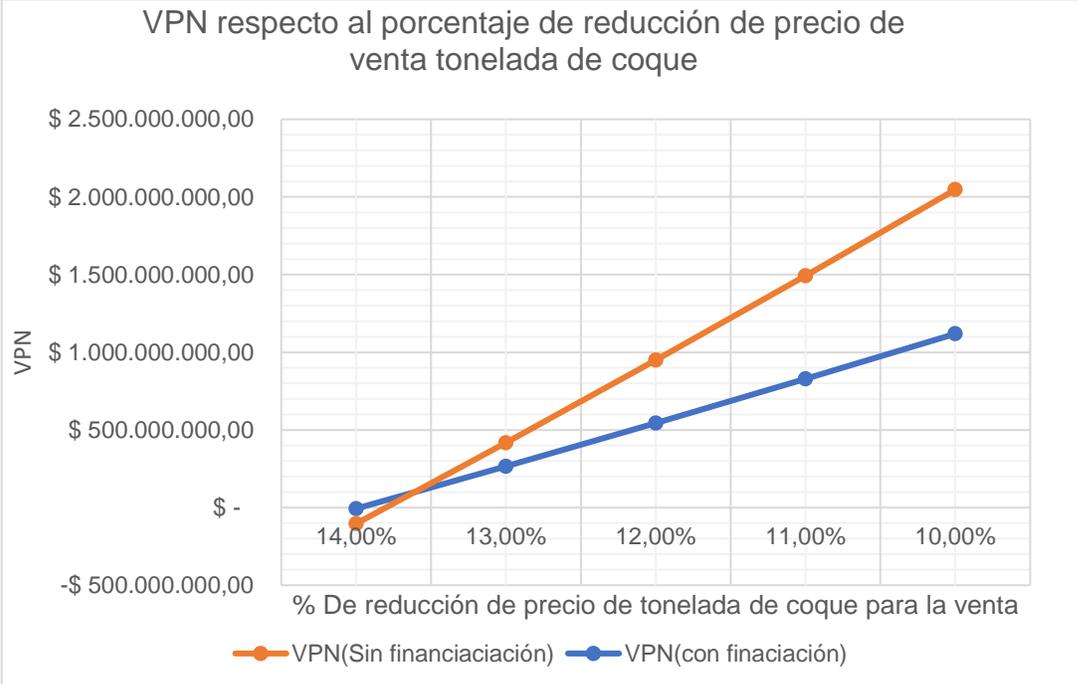
Tabla 124 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Coque

% Reducción Anual de Precio Tonelada Coque	VPN (Con financiación)	VPN (Sin financiación)
14.00%	-\$ 6,596,475.00	-\$ 96,543,201.00
13.00%	\$ 266,196,814.00	\$ 151,962,833.00
12.00%	\$ 544,643,338.00	\$ 405,538,688.00
11.00%	\$ 828,834,711.00	\$ 664,265,765.00
10.00%	\$ 1,118,863,355.00	\$ 928,266,183.00

Fuente: Los Autores

A continuación, se presentan los datos de la Tabla 124 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Coque, graficados.

Figura 40 VPN vs % de Reducción de Precio Tonelada de Coque



Fuente: Los Autores

En la Figura 40 VPN vs % de Reducción de Precio Tonelada de Coque, podemos observar el efecto negativo que tiene para viabilidad del proyecto si el precio del coque desciende progresivamente. Se encuentra que el precio puede descender solamente hasta un 13%, a partir de este punto el proyecto destruye valor a la empresa y por consiguiente no se debería realizar. En caso de que esté en operación y el precio descienda a estos niveles lo más recomendable sería para la producción hasta que se recupere.

4.1.5.2 Segundo escenario: Se mantiene el precio del coque, se modifica la tasa de crédito y se aumenta el precio del carbón.

El segundo escenario analizado asume que el precio del coque se mantiene constante en \$680.000 /tonelada durante todo el horizonte de planeación, pero por otro lado se asume una tasa de financiación mayor del 9.92%, y se presenta una disminución de los precios del carbón. La tasa de financiación mayor es provocada por un rechazo por parte de la que a entidad bancaria en asignar la tasa del crédito

comercial especial y por ende debe tomar la tasa comercial ordinaria. La reducción del precio del carbón se debe a la sobre oferta generada por el cierre de termoeléctricas, debido al compromiso del estado colombiano a reducir el porcentaje de gases tipo invernadero (aspecto identificado en el estudio del entorno PESTA).

Las celdas que se encuentran resaltadas en color gris de la Tabla 125 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2, indican que el carbón sufre un incremento anual correspondiente al valor absoluto de ese porcentaje.

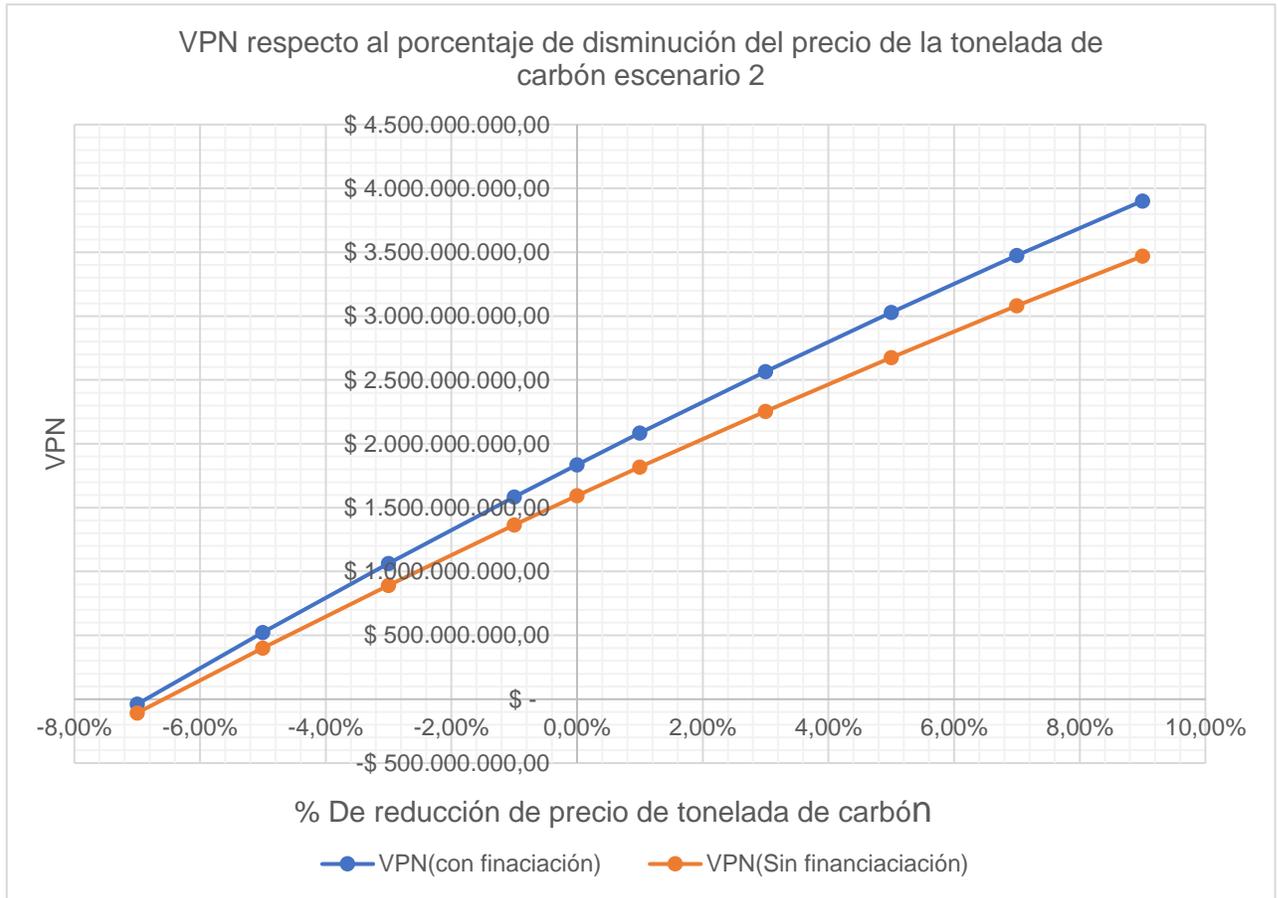
Tabla 125 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2

Disminución del Precio del Carbón % Anual	VPN (Con financiación)	VPN (Sin financiación)
9.00%	\$ 3,902,685,454.00	\$ 3,470,093,060.00
7.00%	\$ 3,474,906,955.00	\$ 3,081,054,687.00
5.00%	\$ 3,029,696,479.00	\$ 2,676,396,515.00
3.00%	\$ 2,566,510,617.00	\$ 2,255,635,851.00
1.00%	\$ 2,084,796,879.00	\$ 1,818,281,982.00
0.00%	\$ 1,836,816,921.00	\$ 1,593,277,053.00
-1.00%	\$ 1,583,993,697.00	\$ 1,363,836,170.00
-3.00%	\$ 1,063,530,419.00	\$ 891,791,656.00
-5.00%	\$ 522,827,318.00	\$ 401,633,659.00
-7.00%	-\$ 38,704,418.00	-\$ 107,160,625.00

Fuente: Los Autores

En la Tabla 125 VPN Con y Sin Financiación Respecto al Porcentaje de Reducción Anual del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2, se puede observar que a medida que el precio del carbón disminuye el proyecto toma mayor valor y por ende es más rentable. Igualmente se puede identificar mejor en la Figura 41 VPN Respecto al Porcentaje de Disminución del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2, tanto para el proyecto sin financiación como para aquel financiado a una tasa 1,3% mayor que la contemplada inicialmente. Esto permite estimar que el precio de la materia prima es determinante para la viabilidad y generación de valor del proyecto.

Figura 41 VPN Respecto al Porcentaje de Disminución del Precio de la Tonelada de Carbón Escenario 2



Fuente: Los Autores

Se observa que aun si el precio carbón aumenta hasta un 5%, el proyecto sigue siendo viable y genera valor a la empresa.

4.2 Conclusiones

- Analizando estos criterios de la evaluación financiera según los resultados obtenidos en los diferentes escenarios, se observa que el VPN es superior a 0 y la TIR mayor que la WACC, lo que indican que es un proyecto que agrega valor y es viable para ejecutar.
- Para el caso en el que el proyecto sea financiado, el rendimiento del proyecto con las condiciones descritas es muy atractivo para el inversionista, ya que la TIR le da un retorno bastante alto. Para el caso que el proyecto no cuente con financiación la TIR está dando el 37%, valor superior al 10% que es el porcentaje de retorno que actualmente tiene la empresa por la comercialización de carbón, por lo que el proyecto sigue siendo atractivo financieramente.

- En el análisis de sensibilidad, el escenario 2 muestra que el valor de la materia prima para la fabricación de coque es determinante en la generación de valor y viabilidad del proyecto.
- De acuerdo con los resultados obtenidos en los parámetros de evaluación financiera, el proyecto con o sin financiación es viable, agrega valor a la empresa y es atractivo para PETROLOGY S.A.S.
- El proyecto estaría en capacidad de afrontar una disminución del 13% en el precio del coque; manteniendo las demás variables acorde a los datos encontrados durante el trabajo de grado (tasa de financiación y precios del carbón) para mantener el punto de equilibrio, si sobrepasa este punto el proyecto ya no sería viable financieramente y se deberían tomar decisiones sobre su continuidad.
- Tomando una tasa de financiación del 9.92% EA, y con un precio constante del coque en el horizonte de planeación, el proyecto sigue siendo rentable así el precio del carbón (materia prima para el proceso), tenga un aumento constante anual del 5% en el horizonte de tiempo descrito.

4.3 Recomendaciones

- Efectuar el estudio de factibilidad, para validar los análisis con información primaria para el cálculo de la viabilidad financiera.
- Evaluar las condiciones de crédito al instante de realizar la financiación, con el propósito de revisar los indicadores financieros con las tasas vigentes del momento.
- Actualizar la política económica nacional en busca de créditos blandos otorgados a nuevos proyectos ambientalmente sostenibles.
- Realizar estudios técnicos que evalúen la utilización de carbones de características reológicas inferiores a las pregerminadas, para reducir el precio de la materia prima utilizada, factor determinante en el resultado positivo del VPN y la TIR.

Se recomienda a nivel de prefactibilidad la ejecución del proyecto, se observó que para las condiciones encontradas en este estudio, este es viable y genera valor para la empresa. Inclusive en escenarios negativos cómo lo es una tasa de financiación mayor y un aumento en el precio de la materia prima.

BIBLIOGRAFÍA

- ¿Funcional, Matricial, o Proyectizada? | Proyectos y Empresas. (2015). Recuperado 21 de noviembre de 2018, a partir de <https://proyectosyempresas.wordpress.com/2015/08/28/funcional-matricial-o-proyectizada/>
- 10 Hp 3 Ph Motor Eléctrico Trifásico Em3313t Baldor 1770 Rpm - \$ 4.739.582 en Mercado Libre. (2018). Recuperado 26 de septiembre de 2018, a partir de https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-473697028-10-hp-3-ph-motor-electrico-trifasico-em3313t-baldor-1770-rpm-_JM
- Agencia Nacional de Minería. (2016). Colombia registra producción récord de carbón en 2016 | Agencia Nacional de Minería ANM. Recuperado 25 de mayo de 2018, a partir de https://www.anm.gov.co/?q=colombia_registra_produccion_record_de_carbon_en_2016_boletin_prensa
- Ahumada Rojas, Ó. G. (2017). Hay temor por el futuro de las termoeléctricas. Recuperado 25 de mayo de 2018, a partir de <http://www.eltiempo.com/economia/sectores/temor-por-el-futuro-de-las-termoelectricas-por-decisiones-de-la-creg-129296>
- Alarcón Gaitán, G. D. (2011). *EFEECTO DE LOS PARÁMETROS REOLÓGICOS Y*. Recuperado a partir de <http://bdigital.unal.edu.co/4351/1/197444.2011.pdf>
- Alarcón Gaitán, G. D. (2017). *Planeación Estratégica PETROLOGY S.A.S*. Ubaté.
- Australia cierra una de las centrales térmicas de carbón más contaminantes del mundo. (2017). Recuperado 25 de mayo de 2018, a partir de <https://ecoinventos.com/australia-cierra-central-termica-hazelwood/>
- Bachelet anuncia el fin de las termoeléctricas a carbón en Chile. (2018). Recuperado 25 de mayo de 2018, a partir de <https://www.aa.com.tr/es/mundo/bachelet-anuncia-el-fin-de-las-termoelectricas-a-carbon-en-chile/1049892>
- Betas Damodaran 2018 - Español. (2018). Recuperado 30 de octubre de 2018, a partir de <http://www.betasdamodaran.com/betas-damodaran-2018/>
- Candil, N. A. N., Moreno, J. R., Castañeda, J. F. F., Villazón, R. A., & Galvis, J. J. M. (2012). *La Cadena del Carbón*. Recuperado a partir de <http://www1.upme.gov.co/estudios-realizados-y-publicaciones>
- Código Sustantivo del Trabajo - Ministerio del trabajo. (2011). Recuperado 23 de noviembre de 2018, a partir de <http://www.mintrabajo.gov.co/normatividad/leyes-y-decretos-ley/codigo-sustantivo-del-trabajo>
- Cokemaking. (2017). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <http://www.geocities.ws/ahmsatech/Coquizadora.html>

- Colombia ratifica el acuerdo de París - Medio Ambiente - Vida - ELTIEMPO.COM. (2017). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <https://www.eltiempo.com/vida/medio-ambiente/colombia-ratifica-el-acuerdo-de-paris-99848>
- Colombia ya tiene su Política Minera | Agencia Nacional de Minería ANM. (2016). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <https://www.anm.gov.co/?q=colombia-ya-tiene-su-politica-minera->
- Congreso de la República de Colombia. (2016). Ley 1819 del 29 de Diciembre de 2016, (5245), 5245-5284. <https://doi.org/10.1016/j.ccllet.2014.01.027>
- Consumption, C., Production, R., Trade, P. R., Production, R., Trade, P., & More, D. (2017). BP Statistical Review of World Energy June 2017. *BP Statistical Review of World Energy June 2017*, (June).
- Control transporte de coque - YouTube. (2015). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=K6VnS5DFVOE>
- coque metalúrgico. (2013). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <http://www.carbones.cl/coque.htm>
- Coquecol produce y comercializa uno de los mejores carbones del mundo, el colombiano. (2107). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <https://www.semana.com/contenidos-editoriales/carbon-la-base-de-todo-articulo/coquecol-produce-y-comercializa-uno-de-los-mejores-carbones-del-mundo-el-colombiano/535773>
- DANE, & DANE. (2015). *Proyecciones de población hasta 2020*. Recuperado a partir de http://www.dane.gov.co/files/investigaciones/poblacion/proyepobla06_20/ProyeccionMunicipios2005_2020.xls
- Desempeño 2017 y perspectivas 2018 del sector minero-energético. (2018). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/desempeno-2017-y-perspectivas-2018-del-sector-minero-energetico-2715195>
- Ejemplo de plan estratégico de una empresa | OBS Business School. (2017). Recuperado 21 de noviembre de 2018, a partir de <https://www.obs-edu.com/int/blog-investigacion/direccion-general/ejemplo-de-plan-estrategico-de-una-empresa>
- El paro camionero de 2016 fue el más largo de la historia | El Mundo. (2016). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <http://www.elmundo.com/noticia/el-paro-camionero-de-2016-fue-el-mas-largo-de-la-historia/344269>
- Enciclopedia Financiera. (2016). Recuperado 21 de noviembre de 2018, a partir de <https://www.encyclopediainanciera.com/organizaciondeempresas/estructura-organizacion/estructura-matricial.htm> sin

- Fedesarrollo. (2011). Proyecciones de corto y mediano plazo, 2° semestr. Recuperado a partir de <https://www.repository.fedesarrollo.org.co/handle/11445/698>
- Gestión de Interesados en los Proyectos. (2013). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <http://salineropampliega.com/2013/10/gestion-de-interesados-en-los-proyectos.html>
- Grupo Aval - Datos Históricos. (2018). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <https://www.grupoaval.com/wps/portal/grupo-aval/aval/portal-financiero/renta-fija/tes/datos-historicos>
- grupokoneko. (2018). Recuperado 22 de octubre de 2018, a partir de <http://grupokoneko.com/otros-equipos/tornillos-sinfin>
- Guerrero Tamayo, C. (2012). Construcción de un modelo de mezcla de carbones colombianos para la producción de coque. Aplicación de análisis petrográficos, reológicos y termogravimétricos (Tesis de Maestría), 90.
- Inicio | CAR. (2018). Recuperado 21 de noviembre de 2018, a partir de <https://www.car.gov.co/>
- Inicio Ministerio del Trabajo - Ministerio del trabajo. (2018). Recuperado 31 de octubre de 2018, a partir de <http://www.mintrabajo.gov.co/web/guest/inicio>
- Inmigración venezolana y sus impactos socioeconómicos. (2018). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <https://www.larepublica.co/analisis/sergio-clavijo-500041/inmigracion-venezolana-y-sus-impactos-socioeconomicos-2708594>
- Jaramillo V, A. M. (2018). *Apuntes Evaluación Financiera y de Financiación*. Bogotá.
- Jiménez, J. a. (1999). El Manejo de los Manglares en el Pacífico de Centroamérica: Usos Tradicionales y Potenciales. *Spring*, (January 1994), 275-290.
- JOYAL-Criba vibratoria. (2018). Recuperado 26 de septiembre de 2018, a partir de <http://www.crusherinc.com/es/Vibrating-Screen.html>
- Las monedas más devaluadas en Latinoamérica | Internacional | EL PAÍS. (2016). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de https://elpais.com/internacional/2016/12/19/actualidad/1482165926_404077.html
- MaGister - Software Contable, Sistema de Administración y Gestión Empresarial. (2017). Recuperado 31 de octubre de 2018, a partir de <http://www.magistersoftware.com/>
- Maquinaria Pesada: CARGADOR FRONTAL ZL50H. (2009). Recuperado 22 de octubre de 2018, a partir de <http://maquinariasb.blogspot.com/2009/09/cargador-frontal-zl50h.html>
- Medidas de Manejo Ambiental. (2017). Recuperado 21 de noviembre de 2018, a partir de

<http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/002885/gestion/guias/puertos/contenid/medidas.htm>

Minero, U. D. E. P. (2011). Informe de gestión 2011 1.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. (2017). Resolución 2254. Recuperado a partir de <http://www.minambiente.gov.co/images/normativa/app/resoluciones/96-res-2254-de-2017.pdf>

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2018). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <http://www.minambiente.gov.co/>

Ministerio de Minas. (2016). Política Minera De Colombia, 62. <https://doi.org/10.1080/08831157.2012.626378>

Ministerio de Minas y Energía - MinMinas. (2018). Recuperado 8 de octubre de 2018, a partir de <https://www.minminas.gov.co/>

Molino de martillos. (2018). Recuperado 26 de septiembre de 2018, a partir de <http://maquinariapulvex.com/molino-de-martillos.html>

Morelos Gómez, J., & Nuñez Bottini, M. Á. (2017). Productividad de las empresas de la zona extractiva minera-energética y su incidencia en el desempeño financiero en Colombia. *Estudios Gerenciales*, 33(145), 330-340. <https://doi.org/10.1016/J.ESTGER.2017.11.002>

Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio Diameter: 30mm; Thickness: 1.0mm Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio. (2018). Recuperado 25 de septiembre de 2018, a partir de <https://www.fishersci.es/shop/products/laboratory-nickel-crucibles-9/11429589>

Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio Diameter: 45mm; Thickness: 1.5mm Nickel Electro™ Crisoles de níquel de laboratorio. (2018). Recuperado 25 de septiembre de 2018, a partir de <https://www.fishersci.es/shop/products/laboratory-nickel-crucibles-9/11409599>

No más termoeléctricas entre 2030 y 2050: Gobierno frenará avance tras acuerdo con grandes empresas | El Desconcierto. (2018). Recuperado 25 de mayo de 2018, a partir de <http://www.eldesconcierto.cl/2018/01/30/no-mas-termoelectricas-entre-2030-y-2050-gobierno-frenara-avance-tras-acuerdo-con-grandes-empresas/>

Perez, P. E., De Cucunuba, A., Fonseca, S., & De Sistemas, I. (2000). *ESQUEMA DE ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL MUNICIPIO DE CUCUNUBA CUNDINAMARCA COMPONENTE GENERAL DIAGNOSTICO Y PROSPECTIVA*. Recuperado a partir de <http://cdim.esap.edu.co/bancomedios/Documentos PDF/5eot - esquema de ordenamiento territorial - componente general - cucunuba - cundinamarca - 2000.pdf>

- Producto Interno Bruto -PIB- IV trimestre 2016 y Total 2016. (2016). Recuperado 29 de octubre de 2018, a partir de <http://www.dane.gov.co/index.php/52-espanol/noticias/noticias/4078-producto-interno-bruto-pib-iv-trimestre-2016-y-total-2016>
- Project Management Institute, INC., E. (2017). *Guía del PMBOK* (Vol. 87).
- Proyecciones macroeconómicas de analistas locales y extranjeros | Banco de la República (banco central de Colombia). (2018). Recuperado 31 de octubre de 2018, a partir de <http://www.banrep.gov.co/es/encuesta-proyecciones-macroeconomicas>
- Quote request | Seafreight | myKN. (2017). Recuperado 26 de noviembre de 2018, a partir de <https://onlineservices.kuehne-nagel.com/fs/quotes/1040093/edit>
- Rankia Colombia. (2003). Recuperado 25 de noviembre de 2018, a partir de <https://www.rankia.co/>
- SAS Colombia: definición, características y ventajas - Rankia. (2017). Recuperado 17 de octubre de 2018, a partir de <https://www.rankia.co/blog/mejores-cdts/3759467-sas-colombia-definicion-caracteristicas-ventajas>
- Spacewise. (2018). Recuperado 22 de octubre de 2018, a partir de <http://www.spacewise.com.pe/servicio/fabricacion-de-contenedores-moviles-modulos-para-oficinas-lima/>
- Superintendencia de Industria y Comercio. (2018). Tasas patentes 2018 | Superintendencia de Industria y Comercio. Recuperado 6 de marzo de 2018, a partir de <http://www.sic.gov.co/tasas-patentes>
- Tolvas de recepción y dosaje - ML | Lippel. (2018). Recuperado 25 de septiembre de 2018, a partir de <http://www.lippel.com.br/es/categorias/movimentacao-e-armazenagem/movimentacao-e-armazenagem-de-biomassa/movimentacao-e-dosagem/moega-de-recepcao-com-rosca-extratora-ml-158.html>
- Tornillos Sinfin | KONEKO. (2018). Recuperado 26 de septiembre de 2018, a partir de <http://grupokoneko.com/otros-equipos/tornillos-sinfin>
- Trituradora de rodillo doble trituradora de Rodillos Trituradoras de rodillos Trituradora de rodillo dentado – Trituradora de rodillo doble trituradora de Rodillos Trituradoras de rodillos Trituradora de rodillo dentado proporcionado por Shanghai DingBo H. (2018). Recuperado 26 de septiembre de 2018, a partir de https://es.made-in-china.com/co_dingbozhonggong/product_Double-Roll-Crusher-Roller-Crusher-Roller-Crusher-Toothed-Roll-Crusher_egysyhog.html
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2016). Boletín Estadístico de Minas y energía 2012 – 2016. *Ministerio de Minas y Energía*, 200. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Unidad de Planeación Minero Energética - UPME. (2018). Resolución No 000463.
- UPME. (2014). Resumen Ejecutivo Upme 2014, 0.

UPME, & Rodríguez Yee, R. (2010). *BOLETÍN ESTADÍSTICO DE MINAS Y ENERGÍA 1990-2010* (Vol. 5).

Valor presente neto VPN | ABCFinanzas.com. (2017). Recuperado 25 de noviembre de 2018, a partir de <http://www.abcfinanze.com/administracion-financiera/valor-presente-neto>