



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

**INSTITUTO DE ALTOS ESTUDIOS NACIONALES
IAEN**

MAESTRÍA EN ALTA GERENCIA

IV PROMOCIÓN

**TRABAJO DE TESIS PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE
MAGÍSTER EN ALTA GERENCIA**

**LA EMISIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) DURANTE EL
DESARROLLO DE OPERACIONES DE EXPLOTACIÓN DE
HIDROCARBUROS**

PREPARADO POR:

ING. GERMÁN ANDRÉS GUERRA IDROVO

ENERO / 2008

QUITO ó ECUADOR



*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

DEDICATORIA

Este trabajo va dedicado con mucho amor y cariño a:

- Mi esposa Silvia y mis hijos Andrés Esteban, Germán David y Doménica Isabella, quienes representan mi constante inspiración, motivación e incondicional soporte en cada momento de mi diario vivir.
- A mis padres y hermanos quienes siempre me han brindado su total apoyo durante mi desarrollo personal y profesional.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis sinceros agradecimientos a las siguientes personas, sin las cuales no hubiera sido posible la realización de este trabajo:

- Ec. Félix Arboleda, quien en calidad de Director de Tesis dirigió y supervisó con un alto grado de profesionalismo el desarrollo de la misma, contribuyendo con importantes comentarios y recomendaciones.
- Ing. Gabriel Noboa y la Compañía Andes Petroleum Ltd., quienes permitieron que se realice este trabajo en base a las experiencias y operaciones desarrolladas en el Bloque Tarapoa, proporcionando la información y soporte técnico necesarios para la elaboración del mismo.
- Mi hermano Javier, por su colaboración en la realización y finalización del trabajo.

INDICE

| | |
|--|----|
| 1.0 MARCO DE REFERENCIA | 7 |
| 1.1 Planteamiento del problema | 7 |
| 1.1.1 Antecedentes | 7 |
| 1.1.2 Formulación del problema | 8 |
| 1.1.3 Delimitación del problema | 8 |
| 1.2 Objetivos | 9 |
| 1.2.1 General | 9 |
| 1.2.2 Específicos | 9 |
| 1.3 Justificación | 9 |
| 2.0 MARCO TEÓRICO | 11 |
| 2.1 Calentamiento global | 11 |
| 2.1.1 Generalidades | 11 |
| 2.1.2 Cambios de temperatura | 13 |
| 2.1.3 Protocolo de Kyoto | 19 |
| 2.1.3.1 Breve historia | 19 |
| 2.1.3.2 Situación actual | 23 |
| 2.1.3.3 Comercio de las emisiones | 24 |
| 2.1.3.4 Otros mecanismos de Kyoto | 26 |
| 2.1.4 Efectos potenciales del calentamiento global | 27 |
| 2.1.5 Relación entre el calentamiento global y la reducción de la capa de ozono | 30 |
| 2.2 Descripción de las operaciones de la industria del petróleo | 30 |
| 2.2.1 Operaciones upstream | 31 |
| 2.2.1.1 Prospección | 31 |
| 2.2.1.2 Perforación | 33 |
| 2.2.1.3 Producción | 33 |
| 2.2.2 Operaciones downstream | 35 |
| 2.2.2.1 Refinación | 35 |
| 2.2.2.2 Distribución | 36 |
| 2.2.2.3 Comercialización | 37 |
| 2.3 Principios de contabilidad y notificación de GEI de la industria del petróleo | 37 |

| | | |
|-------|--|--------|
| | í | 38 |
| | í | . 38 |
| 2.3.3 | Concordanciaí | 39 |
| 2.3.4 | Transparenciaí | 39 |
| 2.3.5 | Exactitudí | .. 40 |
| 2.4 | Determinación de las emisiones de GEI de la industriaí í í í í í í í | 40 |
| 2.4.1 | Gases de efecto invernaderoí í í í í í í í í í í í í í í í | . 40 |
| 2.4.2 | Gases de efecto invernadero de la industrias del petróleoí í í í í | 41 |
| 2.4.3 | Potencial del calentamiento global de los GEÍ í í í í í í í í | . 42 |
| 2.4.4 | Fuentes de emisiones de GEI en la industria del petróleoí í í í í | 43 |
| 2.5 | Evaluación de las emisiones de GEI de la industriaí í í í í í í í í | . 44 |
| 2.5.1 | Evaluación de las emisiones provenientes de las operaciones | |
| | Upstreamí | ... 45 |
| 2.5.2 | Evaluación de las emisiones provenientes de las operaciones | |
| | Downstreamí | .. 48 |
| 3.0 | METODOLOGÍAí | 51 |
| 3.1 | Diseño metodológicoí | . 51 |
| 3.1.1 | Tipo de investigacióní | 51 |
| 3.1.2 | Métodoí | . 51 |
| 3.1.3 | Diseñoí | ... 51 |
| 3.2 | Hipótesisí | 53 |
| 3.2.1 | Variablesí | ... 54 |
| 3.3 | Técnicas e instrumentosí | . 54 |
| 3.4 | Muestraí | .. 55 |
| 3.5 | Tabulación de resultadosí í í í í í í í í í í í í í í í í í í | 56 |
| 3.5.1 | Comprobación de la hipótesisí í í í í í í í í í í í í í í | ... 59 |
| 3.5.2 | Interpretación de resultadosí í í í í í í í í í í í í í í | .. 60 |
| 4.0 | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONESí í í í í í í í í í í í í | .. 61 |
| 4.1 | Conclusionesí | .. 61 |
| 4.2 | Recomendacionesí | .. 63 |
| 5.0 | PROYECTOí | 64 |
| 5.1 | Introduccióní | .. 64 |
| 5.2 | Justificacióní | ... 65 |
| 5.3 | Fase de pre-inversióní | . 65 |

| | |
|---|-----|
| Activas para el proyecto | 65 |
| | 66 |
| 5.3.3 Estudio de pre-factibilidad | 71 |
| 5.3.4 Estudio de factibilidad | 74 |
| 5.4 Fase de inversión | 77 |
| 5.4.1 Diseño del proyecto | 77 |
| A. Nombre del proyecto | 77 |
| B. Descripción del proyecto | 77 |
| C. Localización del proyecto y condiciones ambientales del área | 78 |
| C.1 Localización de las actividades del proyecto | 78 |
| C.2 Descripción de las condiciones ambientales del área | 79 |
| C.2.1 Componente físico | 79 |
| C.2.2 Componente hídrico | 86 |
| C.2.3 Componente biótico | 88 |
| D. Especies seleccionadas | 90 |
| E. Actividades del proyecto | 92 |
| F. Duración de las actividades del proyecto | 94 |
| G. Línea base | 96 |
| H. Estimación de la cantidad de CO ₂ secuestrado | 98 |
| 5.4.2 Costos y financiamiento | 100 |
| 5.4.3 Beneficios del proyecto | 105 |
| 5.5 Fase de operación | 107 |
| 5.5.1 Seguimiento y control | 107 |
| 5.5.2 Evaluación post-mortem | 110 |
| CONCLUSIONES DEL PROYECTO | 112 |
| RECOMENDACIONES DEL PROYECTO | 114 |
| BIBLIOGRAFÍA | 115 |
| ANEXOS | 117 |

1.0 MARCO DE REFERENCIA

1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1.1 Antecedentes

La producción, el procesamiento, la transmisión y distribución de petróleo y gas natural constituyen una fuente potencial de emisiones de gases de efecto invernadero como el dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (NO₂), hidrofluorocarbonos (HFC), entre otros. El incremento de emisiones de estos gases a nivel mundial es una de las principales causas del calentamiento global.

Las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) del Ecuador constituyen una parte marginal de las emisiones globales que se acumulan en la atmósfera; sin embargo, el nivel relativo y las características endógenas de las emisiones nacionales reflejan deficiencias estructurales y tendencias coyunturales insostenibles en la eficiencia económica y la integridad ambiental de múltiples patrones locales de producción y consumo.

Por sectores, la principal fuente de emisiones de CO₂ es el sector forestal (69,5%, derivadas de cambios en el uso del suelo). Junto al sector energético (28,8%, emisiones derivadas de la quema de combustibles fósiles) representan prácticamente la totalidad de las emisiones del país. Dentro del sector energético, el transporte es responsable del 47,7% de las emisiones del sector. Las emisiones por actividades de generación eléctrica, producción y refinación de petróleo, y producción y tratamiento de gas natural no superan el 20%.

Andes Petroleum Ltd, Operadora del Bloque Tarapoa, ubicado en la Región Amazónica Ecuatoriana tiene una capacidad instalada de autogeneración eléctrica de ±61.3 MW; la cual ha sido implementada para el desarrollo de sus actividades hidrocarburíferas.

ión y distribución de energía eléctrica, abastece parte de sus facilidades petroleras y constituye el sistema con mayor aporte de emisiones de GEI.

1.1.2 Formulación del Problema

Para determinar alternativas de mitigación del impacto ambiental generado por la emisión de gases efecto invernadero (GEI) durante las operaciones de Andes Petroleum Ltd en el bloque Tarapoa se han formulado las siguientes preguntas directrices:

- ¿Cuáles son los procesos y operaciones de Andes Petroleum que tienen una mayor incidencia en la generación de GEI en el Bloque Tarapoa?
- ¿Cuánto aporta las operaciones de Andes Petroleum a las emisiones totales de GEI en el contexto nacional?
- ¿Qué medidas se han implementado para disminuir las emisiones de GEI?

1.1.3 Delimitación del Problema

El presente trabajo de investigación está enfocado principalmente a determinar y cuantificar las emisiones de GEI generadas en las actividades de operación de Andes Petroleum Ltd, específicamente en la planta de generación de energía eléctrica a gas en las facilidades del Campo Fanny, generadores en el campamento principal, y demás generadores a diesel en distintas facilidades del Bloque Tarapoa; así como a las líneas de transmisión y distribución; y su relación con los impactos que la actividad eléctrica genera sobre el entorno, principalmente de emisiones a la atmósfera.

Las actividades de Andes Petroleum Ltd se desarrollan en el Bloque Tarapoa que se encuentra ubicado en el cantón Cuyabeno de la provincia de Sucumbíos.

En la investigación se analizarán las emisiones de GEI generadas desde el año 2002 hasta el 2007 y se realizará una proyección hasta el 2012.

1.2.1 General

- Proponer alternativas de mitigación del impacto ambiental generado por la emisión de gases efecto invernadero (GEI).

1.2.2 Específicos

- Determinar los procesos y operaciones de Andes Petroleum Ltd que tienen una mayor incidencia en la generación de GEI en el Bloque Tarapoa.
- Cuantificar las emisiones de gases efecto invernadero a la atmósfera generadas por los procesos y operaciones de Andes Petroleum Ltd y determinar su incidencia en el contexto nacional.
- Traducir las emisiones de gases efecto invernadero a un indicador de calentamiento global.

1.3 JUSTIFICACIÓN

El propósito de esta investigación es determinar cómo las operaciones realizadas por la compañía Andes Petroleum Ltd en el Bloque Tarapoa constituyen una fuente de aporte de emisiones de GEI a la atmósfera, mediante la cuantificación de las mismas, luego de lo cual se realizará el respectivo análisis y evaluación que permitirá plantear e implementar medidas correctivas y de mitigación de impacto ambiental.

Considerando que la emisión de gases efecto invernadero constituye un serio problema a nivel mundial, la relevancia de este trabajo investigativo consiste en determinar pautas de monitoreo y control de dichas emisiones y plantear posibles soluciones o acciones correctivas que prevengan o minimicen el impacto ambiental, de tal manera que puedan ser utilizadas como referencia por empresas con similares problemas debido a sus operaciones.



PDF Complete
*Your complimentary use period has ended.
Thank you for using PDF Complete.*

[Click Here to upgrade to Unlimited Pages and Expanded Features](#)

directo será Andes Petroleum Ltd, debido a que plantarán medidas de prevención o mitigación que optimizarán sus operaciones.

La implicación práctica radica en determinar el apropiado manejo de estas emisiones para obtener el respectivo beneficio social, técnico y económico. A nivel país el mitigar las emisiones de GEI permitirá conservar las condiciones climáticas del área en donde se desarrollan las operaciones de Andes Petroleum Ltd, garantizando el desarrollo sustentable y manteniendo las características ecológicas y la biodiversidad de la zona.

Esta investigación está enfocada para determinar soluciones a un problema específico en las operaciones de Andes Petroleum Ltd.

De continuar con la situación actual, el problema de impacto ambiental causado por la emisión de GEI continuaría, lo que repercutirá en el aspecto económico para la empresa y principalmente en los aspectos socio-ambientales.

2.0 MARCO TEÓRICO

2.1 CALENTAMIENTO GLOBAL¹

2.1.1 Generalidades.

Actualmente, existe un fuerte consenso científico que el clima global se verá alterado significativamente en el próximo siglo, como resultado del aumento de concentraciones de gases efecto invernadero. Estos gases están atrapando una porción creciente de radiación infrarroja terrestre y según las cifras de la ONU, se estima que la temperatura media de la superficie del planeta aumente entre 1.4 y 5.8 °C hasta el 2100.

Se llama **cambio climático** a la variación global del clima de la Tierra. Estos cambios en los parámetros climáticos como: temperatura, precipitaciones, nubosidad, se producen a diversas escalas de tiempo y pueden ser debidos a causas naturales y también a la acción del hombre.

La Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático usa el término cambio climático sólo para referirse al cambio por causas humanas:

“Por cambio climático se entiende un cambio de clima atribuido directa o indirectamente a la actividad humana que altera la composición de la atmósfera mundial y que se suma a la variabilidad natural del clima observada durante períodos de tiempo comparables”.

Al producido constantemente por causas naturales lo denomina variabilidad natural del clima. En algunos casos, para referirse al cambio de origen humano se usa también la expresión cambio climático antropogénico.

Calentamiento global es un término utilizado habitualmente en dos sentidos:

¹ WIKIPEDIA, Calentamiento Global. http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global

las medidas de la temperatura que muestra en temperatura de la atmósfera terrestre y de los océanos en

las últimas décadas.

2. Es una teoría que predice, a partir de proyecciones basadas en simulaciones computacionales, un crecimiento futuro de las temperaturas.

La denominación "calentamiento global" suele utilizarse habitualmente considerando implícitamente la influencia de la actividad humana. Esta variante antropogénica de la teoría predice que el calentamiento global continuará si lo hacen las emisiones de gases de efecto invernadero. Ciertas simulaciones indican que la principal causa del componente de calor inducido por los seres humanos se debe al aumento de dióxido de carbono, gas de efecto invernadero.

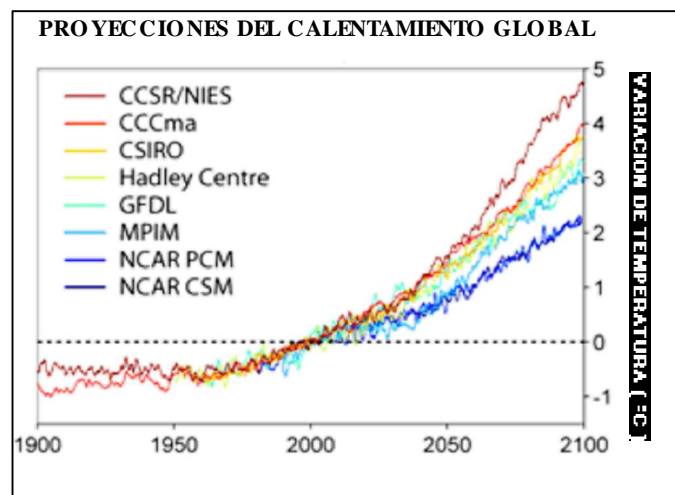


Fig. 1 Predicciones basadas en diferentes modelos del incremento de la temperatura media global respecto de su valor en el año 2000.

Calentamiento global y efecto invernadero no son sinónimos. El efecto invernadero acrecentado por la contaminación puede ser, según algunas teorías, la causa del calentamiento global observado.

Aunque la discusión se centra en la temperatura, el calentamiento global o cualquier tipo de cambio climático implica cambios en otras variables: las lluvias globales y sus patrones, la cobertura de nubes y todos los demás elementos del sistema atmosférico. La complejidad del problema y sus múltiples interacciones hacen que la única manera de

el uso de modelos computacionales que intentan el océano y que tienen una precisión muy limitada debido al desconocimiento actual del funcionamiento de la atmósfera.

El cuerpo multigubernamental y científico encargado de su análisis global es el Panel Intergubernamental del Cambio Climático (IPCC, por sus siglas en inglés de Intergovernmental Panel on Climate Change) dependiente de la ONU. Una de las consecuencias más notables de su trabajo es el Protocolo de Kyoto, que promueve una reducción de emisiones contaminantes (principalmente gases de efecto invernadero) por parte de los países industrializados.

2.1.2 Cambios de temperatura.

Registros de temperatura

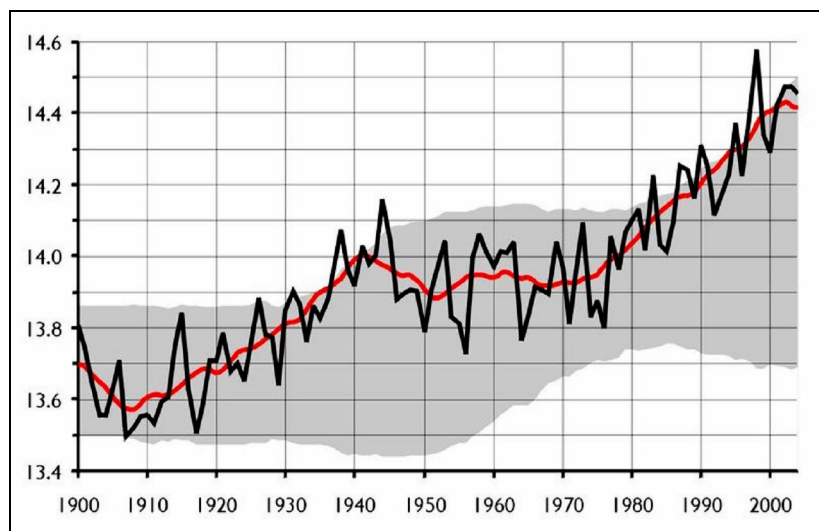


Fig. 2 Temperatura media terrestre en el período 1900 - 2004.

El período en donde el calentamiento puede observarse varía según el enfoque. En ocasiones desde la Revolución Industrial, otras desde el comienzo de un registro histórico global de temperatura alrededor de 1860; o sobre el siglo XX, o los 50 años más recientes.

Es de indicar que muchos gráficos empleados para mostrar el calentamiento empiezan en 1970, cuando comienza a subir de nuevo la temperatura después de 36 años de descenso medio, a pesar de que durante los años posteriores a la Segunda Guerra

importante aumento de emisión de los gases de efecto invernadero que puso a la alarma por un posible oscurecimiento global o enfriamiento global a finales del siglo XX. La década más calurosa del pasado siglo XX fue precisamente la de los años 30.

Según el IPCC, durante el siglo XX la temperatura promedio de la atmósfera se incrementó entre 0,4 y 0,8 °C.

Las temperaturas en la tropósfera inferior se han incrementado entre 0,08 y 0,22 °C por decenio desde 1979. El aumento de la temperatura no sigue una tendencia lineal, sino que presenta fluctuaciones debidas a la variabilidad natural, siendo la más notable de ellas el fenómeno de El Niño. Durante el mismo período las temperaturas en la superficie terrestre muestran un incremento de aproximadamente 0,15 °C por decenio.

Teoría de los gases invernadero

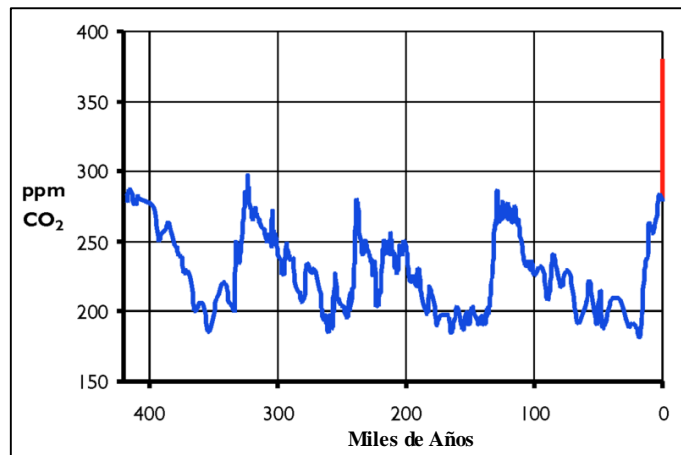


Fig. 3 Concentración de dióxido de carbono en los últimos 417.000 años.
La parte roja indica la variación a partir de 1800.

La hipótesis de que los incrementos o descensos en concentraciones de gases de efecto invernadero pueden dar lugar a una temperatura global mayor o menor fue postulada extensamente por primera vez a finales del siglo XIX por Svante Arrhenius, como un intento de explicar las eras glaciales.

La teoría de que las emisiones de gases de efecto invernadero están contribuyendo al calentamiento de la atmósfera terrestre ha ganado muchos seguidores y algunos

a durante el último cuarto de siglo. El IPCC, que se los cambios climáticos inducidos por los seres humanos, atribuye la mayor parte del calentamiento reciente a las actividades humanas. La Academia Nacional de Ciencias de Estados Unidos (National Academy of Sciences, NAC) también respaldó esa teoría.

Los científicos atmosféricos saben que el hecho de añadir dióxido de carbono CO₂ a la atmósfera, sin efectuar otros cambios, tenderá a hacer más cálida la superficie del planeta. Pero hay una cantidad importante de vapor de agua (humedad, nubes) en la atmósfera terrestre, y el agua es un gas de efecto invernadero. Si la adición de CO₂ a la atmósfera aumenta levemente la temperatura, se espera que más vapor de agua se evapore desde la superficie de los océanos. El vapor de agua así liberado a la atmósfera aumenta a su vez el efecto invernadero (El vapor de agua es un gas de efecto invernadero más eficiente que el CO₂). A este proceso se le conoce como la retroalimentación del vapor de agua. Es ésta retroalimentación la causante de la mayor parte del calentamiento que los modelos de la atmósfera predicen que ocurrirá durante las próximas décadas. Los procesos que controlan la cantidad de vapor en la atmósfera son complejos de modelar y aquí radica gran parte de la incertidumbre sobre el calentamiento global.

El papel de las nubes es también crítico. Las nubes tienen efectos contradictorios en el clima. Cualquier persona ha notado que la temperatura cae cuando pasa una nube en un día soleado de verano, que de otro modo sería más caluroso. Es decir: las nubes enfrían la superficie reflejando la luz del Sol de nuevo al espacio. Pero también se sabe que las noches claras de invierno tienden a ser más frías que las noches con el cielo cubierto. Esto se debe a que las nubes también devuelven algo de calor a la superficie de la Tierra. Si el CO₂ cambia la cantidad y distribución de las nubes podría tener efectos complejos y variados en el clima y una mayor evaporación de los océanos contribuiría también a la formación de una mayor cantidad de nubes.

Los científicos han estudiado también este tema con modelos computarizados del clima. Estos modelos se aceptan por la comunidad científica como válidos solamente cuando han demostrado poder simular variaciones climáticas conocidas, como la diferencia entre el verano y el invierno, la Oscilación del Atlántico Norte o El Niño. Se ha

ellos modelos climáticos que pasan estas pruebas efecto neto de la adición de CO₂ será un clima más cálido en el futuro, incluso teniendo en cuenta todos los cambios en el contenido de vapor de agua y en las nubes. Sin embargo, la magnitud de este calentamiento varía según el modelo, lo cual probablemente refleja las diferencias en el modo en que los diferentes modelos representan las nubes y los procesos en que el vapor de agua es redistribuido en la atmósfera.

Las industrias que utilizan el carbón como fuente de energía, los tubos de escape de los automóviles, las chimeneas de las fábricas y otros subproductos gaseosos procedentes de la actividad humana contribuyen con cerca de 22.000 millones de toneladas de dióxido de carbono (correspondientes a 6.000 millones de toneladas de carbón puro) y otros gases de efecto invernadero a la atmósfera terrestre cada año. La concentración atmosférica de CO₂ se ha incrementado hasta un 31% por encima de los niveles pre-industriales, desde 1750. Esta concentración es considerablemente más alta que en cualquier momento de los últimos 420.000 años, el período del cual han podido obtenerse datos fiables a partir de núcleos de hielo. Se cree, a raíz de una evidencia geológica menos directa, que los valores de CO₂ estuvieron a esta altura por última vez hace 40 millones de años. Alrededor de tres cuartos de las emisiones antropogénicas de CO₂ a la atmósfera durante los últimos 20 años se deben al uso de combustibles fósiles. El resto es predominantemente debido a usos agropecuarios, en especial deforestación. Los gases de efecto invernadero toman su nombre del hecho de que no dejan salir al espacio la energía que emite la Tierra, en forma de radiación infrarroja, cuando se calienta con la radiación procedente del Sol, que es el mismo efecto que producen los vidrios de un invernadero de jardinería. Aunque éstos se calientan principalmente al evitar el escape de calor por convección.

Teoría de la variación solar

Se han propuesto varias hipótesis para relacionar las variaciones de la temperatura terrestre con variaciones de la actividad solar.

Las teorías han defendido normalmente uno de los siguientes tipos:

afectan directamente al clima. Esto es considerado que las variaciones parecen ser pequeñas.

- Las variaciones en el componente ultravioleta tienen un efecto. El componente UV varía más que el total.
- Efectos mediatos por cambios en los rayos cósmicos (que son afectados por el viento solar, el cual es afectado por el flujo solar), tales como cambios en la cobertura de nubes.

Aunque pueden encontrarse a menudo correlaciones, el mecanismo existente tras esas correlaciones es materia de especulación.

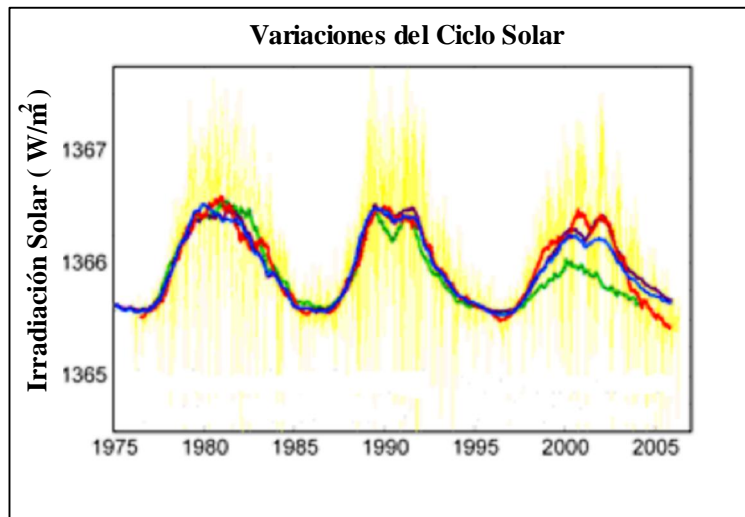


Fig. 4 Variaciones en el ciclo solar.

En 1991 Knud Lassen, del Instituto Meteorológico de Dinamarca, en Copenhague, y su colega Eigil Friis-Christensen, encontraron una importante correlación entre la duración del ciclo solar y los cambios de temperatura en el Hemisferio Norte. Inicialmente utilizaron mediciones de temperaturas y recuentos de manchas solares desde 1861 hasta 1989, pero posteriormente encontraron que los registros del clima de cuatro siglos atrás apoyaban sus hallazgos. Esta relación aparentemente explicaba, de modo aproximado, el 80% de los cambios en las mediciones de temperatura durante ese período. Sallie Baliuna, un astrónomo del Centro Harvard-Smithsoniano para la astrofísica (Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics), se encuentra entre los que apoyan la teoría de que los cambios en el Sol "pueden ser responsables de los cambios climáticos mayores

00 años, incluyendo parte de la reciente ola de

Sin embargo, el 6 de mayo de 2000 la revista *New Scientist* informó que Lassen y el astrofísico Peter Thejil habían actualizado la investigación de Lassen de 1991 y habían encontrado que, a pesar de que los ciclos solares son responsables de cerca de la mitad de la elevación de temperatura desde 1900, no logran explicar una elevación de 0,4 °C desde 1980:

Las curvas divergen a partir de 1980 y se trata de una desviación sorprendentemente grande. Algo más está actuando sobre el clima. Tiene las «huellas digitales» del efecto invernadero.

Posteriormente, en el mismo año, Peter Stoff y otros investigadores de Centro Hadley, en el Reino Unido, publicaron un artículo en el que dieron a conocer el modelo de simulación hasta la fecha más exhaustivo sobre el clima del Siglo XX. Su estudio prestó atención tanto a los agentes forzadores naturales (variaciones solares y emisiones volcánicas) como al forzamiento antropogénico (gases invernadero y aerosoles de sulfato). Al igual que Lassen y Thejil, encontraron que los factores naturales daban explicación al calentamiento gradual hasta aproximadamente 1960, seguido posteriormente de un retorno a las temperaturas de finales del siglo XIX, lo cual era consistente con los cambios graduales en el forzamiento solar a lo largo del siglo XX y la actividad volcánica durante las últimas décadas.

Sin embargo, estos factores no podían explicar por sí solos el calentamiento en las últimas décadas. De forma similar, el forzamiento antropogénico, por sí solo, era insuficiente para explicar el calentamiento entre 1910-1945, pero era necesario para simular el calentamiento desde 1976. El equipo de Stoff encontró que combinando todos estos factores se podía obtener una simulación cercana a la realidad de los cambios de temperatura globales a lo largo del siglo XX. Predijeron que las emisiones continuadas de gases invernadero podían causar incrementos de temperatura adicionales en el futuro "a un ritmo similar al observado en las décadas recientes".

Se han propuesto otras hipótesis en el ámbito científico:

- El incremento en temperatura actual es predecible a partir de la teoría de las variaciones orbitales, según la cual, los cambios graduales en la órbita terrestre alrededor del Sol y los cambios en la inclinación axial de la Tierra afectan a la cantidad de energía solar que llega a la Tierra.
- El calentamiento se encuentra dentro de los límites de variación natural y no necesita otra explicación particular.
- El calentamiento es una consecuencia del proceso de salida de un periodo frío previo, la Pequeña Edad de Hielo y no requiere otra explicación.

2.1.3 Protocolo de Kyoto.

El 11 de diciembre de 1997 los países industrializados se comprometieron, en la ciudad de Kyoto, a ejecutar un conjunto de medidas para reducir los gases de efecto invernadero. Los gobiernos signatarios pactaron reducir en un 5,2% de media las emisiones contaminantes entre 2008 y 2012, tomando como referencia los niveles de 1990. El acuerdo entró en vigor el 16 de febrero de 2005, después de la ratificación por parte de Rusia el 18 de noviembre de 2004. En la actualidad 166 países lo han ratificado.

Este instrumento se encuentra dentro del marco de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, suscrita en 1992 dentro de lo que se conoció como la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro.

2.1.3.1 Breve historia

1988 Toronto, Canadá: Se celebró la Conferencia de Toronto sobre Cambios en la Atmósfera. Esta fue la primera reunión de alto nivel donde científicos y políticos discutieron sobre las medidas a tomar para combatir el cambio climático. De hecho, durante esta Conferencia, los países industrializados se comprometieron a reducir voluntariamente las emisiones de CO₂ un 20% para el año 2005, lo que se conoció

reunión fue crucial para la creación del Panel Climático (IPCC). Inicialmente estaba formado por los 300 mejores científicos del mundo a los que se les encargó revisar e informar sobre los últimos acontecimientos científicos, impactos y soluciones al cambio climático.

1990 Sundsvall, Suecia: Se hace público el Primer Informe de Evaluación del IPCC. En este informe se ve la necesidad de reducir las emisiones de CO₂ en un 60-80% sobre los niveles de 1990, para conseguir estabilizar la concentración de gases de efecto invernadero en la atmósfera. Las evidencias encontradas en este primer informe, provocan la negociación del Convenio Marco sobre Cambio Climático de la ONU.

1990 Ginebra, Suiza: Segunda Conferencia Mundial sobre el Clima. El informe del IPCC se convierte en el impulso necesario a nivel político para hacer frente de manera global y sin dilación al grave problema del cambio climático a través de la UNFCCC, y reafirma el deseo de que existan compromisos reales de reducción por parte de la comunidad internacional. La declaración política de esta cumbre se reafirma en que *existen amenazas de daños serios o irreversibles, y la falta de completa certidumbre científica no debe ser razón para posponer medidas para prevenir tal degradación medioambiental*. Y llegando más lejos, acordaron que *el objetivo final debería ser estabilizar las concentraciones de gases de efecto invernadero a un nivel que prevenga las interferencias antropogénicas con el clima*.

1990 ONU, Nueva York: La Resolución 45/212 de la ONU establecía el Comité Negociador de la UNFCCC, bajo los auspicios de la Asamblea General, con el mandato de desarrollar estas negociaciones con el objeto de llegar a tiempo a la Cumbre de la Tierra de Río de 1992. La primera sesión de trabajo de este grupo estuvo ensombrecida por la Primera Guerra del Golfo.

1991 ONU, Nueva York: Las negociaciones del grupo finalizaron en una sesión de la UNFCCC. Como un primer paso, los países industrializados se comprometían a reducir sus emisiones de CO₂ a los niveles de 1990 para el año 2000, para decepción de la mayoría de los países, y bajo la presión de la Administración de Bush padre, los compromisos que se adoptaron no eran legalmente vinculantes.

durante la Cumbre de la Tierra, entra en vigor la adhesión de todos los países.

1994: La Asociación de Pequeños Países Insulares (AOSIS) intenta introducir un protocolo pidiendo a los países industrializados que reduzcan sus emisiones de CO₂ en un 20% sobre los niveles de 1990 para el año 2005. Su supervivencia está en juego.

1995: Cumbre de Berlín sobre Clima. Primera Conferencia de las Partes (COP1) con la asistencia de los más altos niveles políticos. En esta reunión se llegó a la conclusión de que los acuerdos de la UNFCCC eran demasiado laxos para conseguir el objetivo de proteger al planeta de cambio climático, particularmente si no decía nada de períodos posteriores al 2000. Las Partes acordaron negociar un protocolo o un acuerdo legal a tiempo para la COP3 que contuviese limitaciones y reducciones de emisiones específicas. El protocolo propuesto por la AOSIS se introdujo como elemento de negociación

1995 Italia: Se publica el Segundo Informe de Evaluación del IPCC. En este informe colaboran 2.000 científicos y expertos concluyendo que el balance de las evidencias sugiere la influencia humana discernible sobre el clima global.

1996 Suiza: Segunda Reunión de las Partes (COP2). Mientras se hacían pequeños progresos en conseguir objetivos de reducción de emisiones de CO₂ para un nuevo protocolo, se produjo algo inesperado cuando EEUU anunció que quería que los compromisos de este protocolo fueran legalmente vinculantes, aunque también introdujo por primera vez el concepto de comercio de emisiones. En la declaración de Ginebra se asienta el trabajo del IPCC sobre la necesidad de fortalecer urgentemente las acciones a tomar; el planeta tiene que hacer frente a impactos significativos, frecuentemente adversos del cambio climático.

1997 Bélgica: Los ministros de Medio Ambiente de la UE, acuerdan un objetivo de reducción de cara a las negociaciones de Kyoto de un 15% para el año 2010. La propuesta europea generó una gran actividad diplomática y fue atacado duramente por Estados Unidos y Japón.

Después de la Cumbre de Río, todos los líderes se reunieron en un momento especial de la Asamblea General de la ONU para revisar el progreso de los compromisos hechos en 1992. La Asamblea fue un poco decepcionante ya que solo se progresó en delimitar los temas a tratar en la próxima reunión, en Kyoto, Japón. Clinton declaró que traeremos a la Conferencia de Kyoto un compromiso por parte norteamericana fuerte, realista y con límites obligatorios que reducirán significativamente nuestras emisiones.

1997 Alemania: EEUU anunció su posición de lograr una estabilización de sus emisiones sobre los niveles de 1990 para el 2010 y una reducción de 5% para el 2015. Japón apuesta por una reducción del 5% para 2010 de 3 gases de efecto invernadero pero sin que sean legalmente vinculantes.

1997 Japón: Las negociaciones en torno al Protocolo concluyen con la adopción de un compromiso legalmente vinculante de reducción para todos los países industrializados. Se estableció el compromiso de lograr una reducción del 5,2% para el año 2010 sobre los niveles de 1990. El Protocolo de Kyoto también incluía la posibilidad de establecer un comercio de emisiones entre países industrializados. Bajo este compromiso, Japón debía reducir un 6%, EEUU un 7% y la UE un 8%. Otros países tenían el compromiso de estabilizar sus emisiones como Nueva Zelanda, Rusia o Ucrania, o incrementarlas como Noruega un 1% y Australia un 8%. Este Protocolo fue firmado por 160 países.

1998 Argentina: Se celebró la COP4 donde se empezaron a negociar algunos aspectos no resueltos como los Mecanismos de Desarrollo Limpio, el Comercio de Emisiones y la transferencia de tecnología. Así mismo, se establece una fecha límite para decidir las reglas de Kyoto.

1999 Alemania: la COP5, en donde se intensifican los trabajos para conseguir cumplir con los calendarios establecidos en la COP4.

2000 Holanda: Se celebra la COP6, donde se preveía la oportunidad de poder cerrar todos los aspectos inconclusos de Kyoto y asegurar unas reducciones reales de gases de efecto invernadero. Finalmente, y ante la decepción de muchos países, no fue así.

conocida COP6-bis, con el objetivo de desbloquear lo
para, de manera que se pueda llegar a un acuerdo que
permita poner en marcha el Protocolo de Kyoto.

2001 Marruecos: En Marrakech se celebra la COP7, donde finalmente se llega a un texto legal donde se recogen los compromisos de cada uno de los países y se estructuran muchos de los mecanismos del Protocolo de Kyoto, a pesar de que aún quedan determinados aspectos que faltan por resolver.

2002 India: Se da lugar la COP8 en Nueva Delhi avanzando sobre aspectos relativos a los Mecanismos de Desarrollo Limpio.

2003 Italia: Se celebra la COP9 avanzando en aspectos tratados durante la COP8, siendo el acontecimiento más sonado las confirmaciones y desmentidos por parte de Rusia sobre su ratificación.

2004: Rusia ratifica el protocolo de Kyoto en septiembre de 2004.

2.1.3.2 Situación actual

La UE aceptó el objetivo de un 8% de reducción; EE.UU. 7% y Japón 6%. Sin embargo, otros países tenían el compromiso de estabilizar sus emisiones como Nueva Zelanda, Rusia o Ucrania, o la posibilidad de incrementarlas como Noruega un 1% y Australia un 8%. Lo mismo sucedió con el reparto que los países europeos hicieron de su 8% conjunto, permitiendo a España aumentar las emisiones en un 15%. Como las emisiones reales de Rusia cayeron con el colapso económico de principios de los 90, la concesión creó un significativo excedente de "derechos" de contaminación (conocido como "aire caliente") que podría ser vendido al mejor oferente.

A pesar de las propuestas de los grupos ecologistas indicando con una gran variedad de estudios cómo las naciones industrializadas podrían fácilmente exceder los modestos objetivos contenidos en el Protocolo a través de medidas de reducción solamente, los políticos de algunos países decidieron que necesitaban mayor flexibilidad para lograr sus objetivos. Incluyeron en el acuerdo de Kyoto mecanismos para el "Comercio de

ur excedentes de CO₂ a otros países que hayan
nismo para un Desarrollo Limpio" (proyectos en
países en desarrollo por parte de países industrializados), "la implementación conjunta
(puesta en práctica conjunta entre países industrializados) y los sumideros (dependencia
de los bosques y la vegetación para absorber CO₂).

Estos mecanismos están pensados para ser "suplementarios" de las medidas de
reducción, pero definir lo que esto significa ha ocupado a los negociadores durante los
últimos años.

Los debates sobre las reglas para operar los distintos mecanismos ofrecieron más
alternativas para aquellos países que buscan más flexibilidad en lo que respecta a las
obligaciones de Kyoto. La Administración Bush decidió no ratificar el Protocolo de
Kyoto y los negociadores de su Gobierno encabezaron un grupo compuesto
fundamentalmente por Australia, Canadá, Japón, Nueva Zelanda y Rusia, el que buscó
manipular el acuerdo para permitirles tomar medidas en beneficio de los intereses de
estos países.

Finalmente, y de acuerdo a las últimas negociaciones, Canadá, Japón y Nueva Zelanda
decidieron ratificar este acuerdo internacional. EEUU, decidió auto-aislarse en la lucha
contra el cambio climático. Tras la ratificación por parte de Rusia en septiembre de
2004 el Protocolo de Kyoto se convierte así en Ley Internacional, poniéndose en marcha
todos los mecanismos existentes en él.

2.1.3.3 Comercio de las emisiones.

El comercio de emisiones es, como su propio nombre indica, una compra-venta de
emisiones de gases de efecto invernadero entre países que tengan objetivos establecidos
dentro del Protocolo de Kyoto; es decir entre los países industrializados o pertenecientes
al Anexo I del Protocolo de Kyoto. De esta manera, los que reduzcan sus emisiones más
de lo comprometido podrán vender los certificados de emisiones excedentes a los países
que no hayan alcanzado cumplir con su compromiso.

que se podrá negociar, se encuentran todas las transacciones procedentes de:

- Las cuotas de emisión asignadas por Kyoto (sólo en caso de que hayan cumplido su objetivo),
- Emisiones procedentes de la Aplicación Conjunta y de los Mecanismo de Desarrollo Limpio.

Si algún país vendiese más cuotas de emisión de las permitidas se le prohibirá vender CO₂ hasta que restaure los niveles exigidos teniendo un plazo de 30 días para ello.

El comercio de derechos de emisión no reduce por sí mismo las emisiones, sino que puede suponer una redistribución de las emisiones entre los países industrializados. La única manera de que este instrumento tenga algún beneficio medioambiental es establecer una cuota total estricta de los derechos de emisión que garantice el cumplimiento del Protocolo de Kyoto.

Este comercio de emisiones, entrará en pleno funcionamiento en el 2008 a nivel internacional según el Protocolo de Kyoto. Para ello, entró en vigor en octubre de 2003 una Directiva de la UE que supone el comienzo del Sistema Europeo de Comercio de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (SECE).

Para preparar el SECE, y en esta misma directiva, se establece la necesidad de asignar la cantidad de emisiones a distribuir entre distintos sectores, responsables de entre el 45-50% de las emisiones, mediante el Plan Nacional de Asignación (PNA).

En el PNA se ha establecido la cantidad de emisiones que podrá emitir cada uno de los sectores implicados inicialmente: generación de electricidad con combustibles fósiles, refinerías, coquerías e instalaciones de combustión de más de 20 MW térmicos (lo que incluye gran parte de la cogeneración); el sector del cemento, la cerámica y el vidrio; la siderurgia; el sector del papel-cartón y pulpa de papel. En caso de que estos sectores superen las cuotas asignadas tendrán que ir al mercado de emisiones para cubrir la parte de exceso de emisiones.

merosas críticas y temores en varios sectores, organizaciones ecologistas que ven un peligro grave en el mal uso y abuso del comercio de emisiones.

2.1.3.4 Otros mecanismos de Kyoto.

Para cumplir con el Protocolo de Kyoto se establecieron además de las reducciones de emisiones de gases de efecto invernadero en cada país, y del comercio de emisiones, otros mecanismos como la Aplicación Conjunta (AC) y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). En cualquier caso, estos mecanismos son suplementarios, ya que cada país ha de reducir sus emisiones.

Para el efecto debe recordarse que estos mecanismos incluyendo el comercio de emisiones, en ningún caso, deberán anteponerse a las medidas internas para cumplir los compromisos en el marco del Protocolo.

Se requiere que cada país ratifique el Protocolo de Kyoto, para que puedan usar estos mecanismos, asumiendo así todas las cuestiones de este tratado internacional.

Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL)

Este mecanismo ofrece a los gobiernos y a las empresas privadas de los países industrializados la posibilidad de transferir tecnologías limpias a países en desarrollo, mediante inversiones en proyectos de reducción de emisiones o sumideros, recibiendo de esta forma certificados de emisión que servirán como suplemento a sus reducciones internas.

El MDL está regido por las Partes del Protocolo a través de la Junta Ejecutiva, y las reducciones deberán ser verificadas y certificadas por entidades independientes. Para obtener la certificación de las emisiones, las partes interesadas (país industrializado y país en desarrollo receptor del proyecto) deberán demostrar una reducción real, mensurable y prolongada en el tiempo de emisiones.

Este mecanismo permite que un país industrializado invierta en otro país industrializado para la ejecución de un proyecto encaminado a reducir las emisiones de gases de efecto invernadero o incrementar la absorción por los sumideros.

El país inversor obtiene certificados para reducir emisiones a un precio menor del que le habría costado en su ámbito nacional, y el país receptor de la inversión recibe la inversión y la tecnología. En la AC pueden participar los Gobiernos, empresas y otras organizaciones privadas. Estos proyectos podrían haber entrado en funcionamiento desde el 2000, pero los certificados no serán emitidos hasta el año 2008.

Deberán cumplirse determinados requisitos para poder hacer uso de este mecanismo, y en cualquier caso, los proyectos deberán someterse a su certificación por entidades independientes.

Este mecanismo es similar al MDL, con la salvedad que los proyectos se realizan entre países industrializados con objetivos de reducción dentro del Protocolo de Kyoto.

2.1.4 Efectos potenciales del calentamiento global.

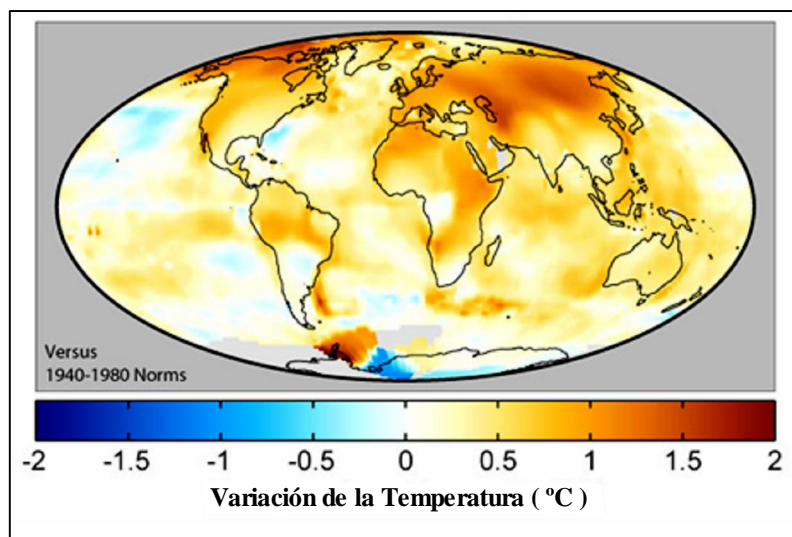


Fig. 5 Anomalía de temperaturas medias en el período 1995 - 2004.

organizaciones privadas, gobiernos y personas que el calentamiento global pueda producir daños globales en el medio ambiente y la agricultura.

Debido a los efectos potenciales en la salud humana y en la economía, y debido a su impacto en el ambiente, el calentamiento global es motivo de gran preocupación. Se han observado ciertos procesos y se los ha relacionado con el calentamiento global. La disminución de la capa de nieve, la elevación del nivel de los mares y los cambios meteorológicos son consecuencias del calentamiento global que pueden influir en las actividades humanas y en los ecosistemas. Algunas especies pueden ser forzadas a emigrar de sus hábitats para evitar su extinción debido a las condiciones cambiantes, mientras otras especies pueden extinguirse. Pocas de las eco-regiones terrestres pueden esperar no resultar afectadas.

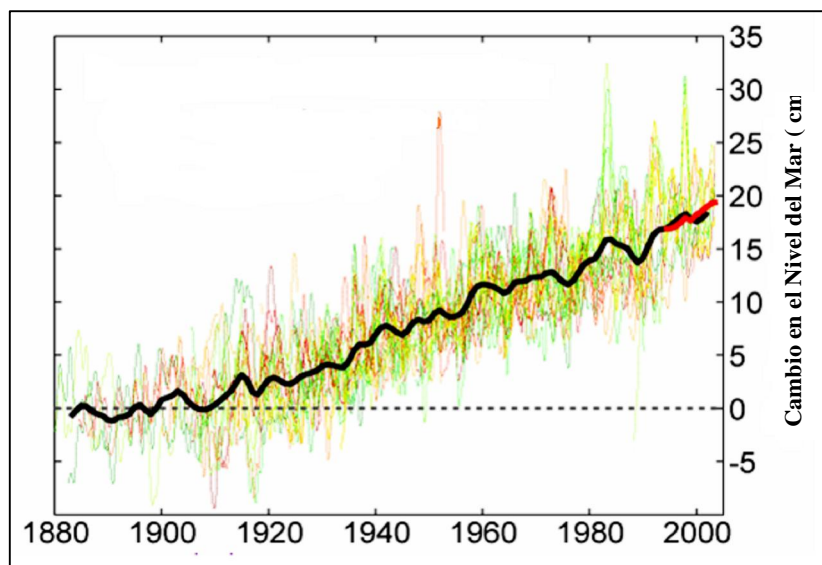


Fig. 6 Elevación del nivel de los mares, medidos en 23 estaciones fijas, entre 1900 y 2000.

Otro motivo de gran preocupación para algunos es la elevación del nivel de los mares. Los niveles de los mares se están elevando entre 1 y 2 centímetros por decenio, y algunas naciones isleñas del Océano Pacífico, como Tuvalu, están trabajando en los detalles de su esperada eventual evacuación. El calentamiento global da lugar a elevaciones del nivel marino debido a que el agua de los mares se expande cuando se calienta, además de que se produce un aumento de la cantidad de agua líquida

los casquetes polares, del hielo marino y de la

Hoy se teme que el calentamiento global sea capaz de desencadenar los cambios bruscos masivos de temperatura. La corriente del Atlántico Norte data de la época del deshielo de la última glaciación (hace 14.000 años). Hace 11.000 años esa corriente sufrió una interrupción que duró 1.000 años. Esto provocó la pequeña glaciación conocida como Joven Dryas o el nombre de una flor salvaje alpina que duró 900 años en el noroeste de Norteamérica y el norte de Europa. (Ver la discusión sobre la teoría del caos para ideas relacionadas.)

El calentamiento global modificará la distribución de la fauna y floras del planeta. Ello conllevará la extensión de enfermedades de las que algunos de estos animales son portadores. Tal es el caso de la malaria, el dengue o la fiebre amarilla, cuyos vectores son ciertas especies de mosquitos que habitan principalmente en zonas tropicales.

Sin embargo, el calentamiento global también puede tener efectos positivos, ya que las mayores temperaturas y mayores concentraciones de CO₂ pueden mejorar la productividad de los ecosistemas. Los datos aportados por satélites muestran que la productividad del Hemisferio Norte se ha incrementado desde 1982. Por otro lado, un incremento en la cantidad total de la biomasa producida no es necesariamente del todo bueno, ya que puede disminuir la biodiversidad aunque florezcan un pequeño número de especies. Similarmente, desde el punto de vista de la economía humana, un incremento en la biomasa total pero un descenso en las cosechas podría ser una desventaja. Además, los modelos del IPCC predicen que unas concentraciones mayores de CO₂ podrían simplemente espolear la flora hasta un punto, ya que en muchas regiones los factores limitantes son el agua y los nutrientes, no la temperatura o el CO₂; tras ese punto, incluso aunque los efectos invernadero y del calentamiento continuasen, podría no haber ningún incremento compensatorio en crecimiento.

Otro punto posible de discusión está en cómo incidirían los efectos del calentamiento global en el equilibrio económico humano norte-sur. Si produciría un aumento de la desertización de los países áridos y semiáridos añadido a un clima más benigno en los países fríos o si el efecto sería diferente.

Existen tres áreas de enlace:

- El calentamiento global producido por el forzamiento radiactivo por CO₂ se espera que enfríe (quizás sorprendentemente) la estratosfera. Esto, a cambio, podría darnos lugar a un incremento relativo en la reducción de ozono, y en la frecuencia de agujeros de ozono.
- A la inversa, la reducción de ozono representa un forzamiento radiactivo del sistema climático. Hay dos efectos opuestos: La reducción de la cantidad de ozono permite la penetración de una mayor cantidad de radiación solar, la cual calienta la troposfera. Pero una estratosfera más fría emite menos radiaciones de onda larga, tendiendo a enfriar la troposfera. En general, el enfriamiento predomina. El IPCC concluye que las pérdidas estratosféricas de ozono durante las dos décadas pasadas han causado un forzamiento negativo del sistema de la superficie troposférica.
- Una de las predicciones más sólidas de la teoría del calentamiento global es que la estratosfera debería enfriarse. Sin embargo, y aunque este hecho ha sido observado, es difícil atribuirlo al calentamiento global (por ejemplo, el calentamiento inducido por el incremento de radiación solar podría no tener este efecto de enfriamiento superior), debido a que un enfriamiento similar es causado por la reducción de ozono.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LAS OPERACIONES DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO

La industria del petróleo abarca una amplia variedad de operaciones, que van desde el descubrimiento y producción de petróleo y gas, al suministro de productos de petróleo a los consumidores. Tradicionalmente, las empresas petroleras dividen estas operaciones en diferentes actividades, más comúnmente:

- Operaciones Upstream: la exploración, desarrollo y producción de petróleo y gas.
- Operaciones Downstream: la refinación, procesamiento, distribución y comercialización de productos derivados del petróleo y gas.

2.2.1 Operaciones Upstream

Son aquellas operaciones que se refieren a la explotación y producción de petróleo.

Explotación y producción son los términos comúnmente aplicados a la parte de la industria del petróleo que se ocupa de la exploración para descubrir nuevos yacimientos de petróleo y gas natural, la perforación de pozos y la extracción de los productos a la superficie.

2.2.1.1 Prospección²

La búsqueda de petróleo y gas natural requiere conocimientos de geografía, geología y geofísica. El petróleo suele encontrarse en ciertos tipos de estructuras geológicas, como anticlinales, trampas por falla y domos salinos, que se hallan en el subsuelo. Tras seleccionar una zona de interés, se llevan a cabo numerosos tipos diferentes de prospecciones geofísicas y se realizan mediciones a fin de obtener una evaluación precisa de las formaciones del subsuelo, como las que citaremos a continuación:

- **Prospecciones magnetométricas.** Las variaciones del campo magnético terrestre se miden con magnetómetros suspendidos de un aeroplano, a fin de localizar formaciones de rocas sedimentarias cuyas propiedades magnéticas son generalmente débiles en comparación con las de otras rocas.
- **Prospecciones fotogramétricas aéreas.** Las fotografías tomadas con cámaras especiales desde aeroplanos proporcionan vistas tridimensionales de la tierra, que se utilizan para determinar formaciones geológicas en las que puede haber yacimientos de petróleo y gas natural.

² GRAUS, Richard, Industrias basadas en recursos naturales. Petróleo: Prospección y perforación.

Como las grandes masas de roca densa aumentan la gravedad, se utilizan gravímetros para obtener información sobre formaciones subyacentes midiendo pequenísimas diferencias de gravedad.

- **Prospecciones sísmicas.** Las prospecciones sísmicas proporcionan información sobre las características generales de la estructura del subsuelo. Las medidas se obtienen a partir de ondas de choque generadas por detonación de cargas explosivas en agujeros de pequeño diámetro; mediante dispositivos vibrantes o de percusión tanto en tierra como en el agua, y mediante descargas explosivas subacuáticas de aire comprimido. El tiempo transcurrido entre el comienzo de la onda de choque y el retorno del eco se utiliza para determinar la profundidad de los sustratos reflectores. Gracias al uso reciente de superordenadores para generar imágenes tridimensionales, la evaluación de los resultados de las pruebas sísmicas ha mejorado notablemente.
- **Prospecciones radiográficas.** La radiografía consiste en el uso de ondas de radio para obtener información similar a la que proporcionan las prospecciones sísmicas.
- **Prospecciones estratigráficas.** El muestreo estratigráfico es el análisis de testigos extraídos de estratos rocosos del subsuelo para ver si contienen trazas de gas y petróleo. Se corta con una broca especial un trozo cilíndrico de roca, denominado testigo (núcleo), y se empuja hacia arriba por un tubo (saca testigos) unido a la broca. El tubo saca testigos se sube a la superficie y se extrae el testigo para su análisis.

Cuando las prospecciones y mediciones indican la presencia de formaciones de estratos que pueden contener petróleo, se perforan pozos de exploración para determinar si existe o no petróleo o gas y, en caso de que exista, si es asequible y puede obtenerse en cantidades comercialmente viables.

La única manera de saber realmente si hay petróleo en el sitio donde la exploración propone que se podría localizar un depósito de hidrocarburos, es mediante la perforación de un pozo.

De acuerdo con la profundidad proyectada del pozo, las formaciones que se van a atravesar y las condiciones propias del subsuelo, se selecciona el equipo de perforación más indicado. El tiempo de perforación de un pozo dependerá de la profundidad programada y las condiciones geológicas del subsuelo.

Durante la perforación se toman registros eléctricos que ayudan a conocer los tipos de formación y las características físicas de las rocas, tales como densidad, porosidad, contenidos de agua, de petróleo y de gas natural.

Para proteger el pozo de derrumbes, filtraciones o problemas con formaciones presurizadas, el pozo es revestido con una tubería especial denominada tubería de revestimiento, la cual es fijada a la pared del pozo mediante el uso de cementos especiales dependiendo de las condiciones de subsuelo.

La perforación debe llegar y atravesar las formaciones donde se encuentra el petróleo. Al finalizar la perforación el pozo queda literalmente entubado (revestido) desde la superficie hasta el fondo, lo que garantizará su consistencia y facilitará posteriormente la extracción del petróleo en la etapa de producción.

2.2.1.3 Producción

La producción de petróleo se lleva a cabo básicamente por desplazamiento mediante agua o gas. Al iniciarse la perforación, casi todo el crudo está a presión. Esta presión natural disminuye a medida que se van extrayendo el petróleo y el gas del yacimiento, durante las tres fases de la vida de éste.

- Durante la primera fase, llamada de producción emergente, el flujo lo controla la presión natural del yacimiento, debida al gas disuelto en el petróleo, al gas a presión

la presión hidráulica del agua atrapada debajo de

- La segunda fase, la de producción por presión artificial, se realiza inyectando gas a presión en el yacimiento cuando se ha agotado la presión natural.
- La fase tres, denominada de agotamiento o de producción marginal, tiene lugar cuando los pozos sólo producen intermitentemente.

La productividad de los yacimientos de petróleo y gas natural mejora con diversos métodos de recuperación. Uno de ellos consiste en estimular las formaciones productoras mediante procedimientos químicos o físicos para que el petróleo y el gas puedan desplazarse con mayor facilidad a través del yacimiento hasta el pozo. Se inyecta agua y gas en los yacimientos para mantener la presión de trabajo por desplazamiento natural.

Métodos de recuperación secundarios, entre los que se incluyen el desplazamiento por presión, la producción por presión artificial y la inyección de agua, mejoran y restauran la presión del yacimiento. La recuperación optimizada consiste en el empleo de diversos métodos de recuperación secundarios en múltiples combinaciones diferentes.

Asimismo incluye métodos más avanzados para obtener producto adicional de yacimientos agotados, como la recuperación térmica, que utiliza calor en lugar de agua o gas para forzar la salida de mayor cantidad de petróleo crudo de los yacimientos.

El petróleo extraído generalmente viene acompañado de sedimentos, agua y gas natural, por lo que deben construirse previamente las facilidades de producción, separación y almacenamiento. Una vez separado de esos elementos, el petróleo se envía a los tanques de almacenamiento y a los oleoductos que lo transportarán hacia las refinerías o hacia los puertos de exportación.

Son aquellas operaciones que se refieren a la refinación, distribución y comercialización de petróleo.

2.2.2.1 Refinación

El petróleo finalmente llega a las refinerías en su estado natural para su procesamiento. Una refinería es un enorme complejo donde ese petróleo crudo se somete en primer lugar a un proceso de destilación o separación física y luego a procesos químicos que permiten extraerle buena parte de la gran variedad de componentes que contiene. El petróleo tiene una gran variedad de compuestos, al punto que de él se pueden obtener más de 2.000 productos.

El petróleo se puede igualmente clasificar en cuatro categorías: parafínico, nafténico, asfáltico o mixto y aromático.

Los productos que se sacan del proceso de refinación se llaman derivados y los hay de dos tipos: los combustibles, como la gasolina y los petroquímicos, tales como polietileno, benceno, etc.

Las refinerías son muy distintas unas de otras, según las tecnologías y los esquemas de proceso que se utilicen, así como su capacidad. Las hay para procesar petróleos ligeros, petróleos pesados o mezclas de ambos. Por consiguiente, los productos que se obtienen varían de una a otra.

La refinación se cumple en varias etapas, es por esto que una refinería tiene numerosas torres, unidades, equipos y tuberías. En términos sencillos, el funcionamiento de una refinería es de la siguiente manera:

El primer paso de la refinación del petróleo crudo se cumple en las torres de "destilación primaria" o "destilación atmosférica". En su interior, estas torres operan a una presión cercana a la atmosférica y están divididas en numerosos compartimientos a los que se denominan "bandejas" o "platos". Cada bandeja tiene una temperatura diferente y cumple la función de fraccionar los componentes del petróleo.

Después de pasar por un horno, donde se calienta a 200°C, los vapores se enfrían en serpentines enfriados que lo convierten en vapor. Esos vapores entran por la parte inferior de la torre de destilación y ascienden por entre las bandejas. A medida que suben pierden calor y se enfrían. Cuando cada componente vaporizado encuentra su propia temperatura, se condensa y se deposita en su respectiva bandeja, a la cual están conectados líneas por las que se recogen las distintas corrientes que se separaron en esta etapa.

Al fondo de la torre cae el "crudo reducido", es decir, aquel que no alcanzó a evaporarse en esta primera etapa. Se cumple así el primer paso de la refinación. De abajo hacia arriba se han obtenido, en su orden: gasóleos, queroseno, turbosina, nafta y gases ricos en butano y propano. Algunos de estos, como la turbosina y queroseno, son productos ya finales.

Las demás corrientes se envían a otras torres y unidades para someterlas a nuevos procesos, al final de los cuales se obtendrán los demás derivados del petróleo.

2.2.2.2 Distribución

En el mundo del petróleo los oleoductos y los buques tanqueros son los medios por excelencia para el transporte del crudo.

El paso inmediato al descubrimiento y explotación de un yacimiento es su traslado hacia los centros de refinación o a los puertos de embarque con destino a la exportación. Para ello se construye un oleoducto, trabajo que consiste en unir tubos de acero a lo largo de un trayecto determinado, desde el campo productor hasta el punto de refinación y/o de embarque.

La capacidad de transporte de los oleoductos varía y depende del tamaño de la tubería. Estas líneas de acero pueden ir sobre la superficie o bajo tierra y atraviesan la más variada topografía.

En la parte inicial del oleoducto una "estación de bombeo" impulsa el petróleo y, dependiendo de la topografía por donde éste pase, se colocan estratégicamente otras estaciones para que le permitan superar sitios de gran altura.

de válvulas que permiten controlar el paso del
a en idénticas circunstancias, pero en este caso la

tubería se denomina "gasoducto".

Los buques-tanques son a su vez enormes barcos dotados de compartimientos y sistemas especialmente diseñados para el transporte de petróleo crudo, gas, gasolina o cualquier otro derivado. Son el medio de transporte más utilizado para el comercio mundial del petróleo. La capacidad de estas naves varía según el tamaño de las mismas y de acuerdo con el servicio y la ruta que cubran.

2.2.2.3 Comercialización

El destino final del petróleo y sus derivados es el consumidor final. En este proceso intervienen distribuidores mayoristas y minoristas y se emplean todos los medios posibles para el transporte y venta del producto.

2.3 PRINCIPIOS DE CONTABILIDAD Y NOTIFICACIÓN DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA INDUSTRIA DEL PETRÓLEO³

Los principios de contabilidad de GEI tienen por finalidad sustentar la contabilidad y notificación de GEI para garantizar que:

- La información presentada representa un informe fiel, verdadero e imparcial de las emisiones de GEI de una organización, y
- La información presentada es verosímil y objetiva en el tratamiento y presentación de los temas.

La contabilidad y notificación de GEI deben basarse en los siguientes principios:

- Pertinencia
- Integridad
- Concordancia

³ IPIECA, OGP, API, Directrices de la Industria Petrolera para la Notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2003

2.3.1 Pertinencia

Es importante que el informe sobre GEI de una organización sea pertinente. Esto significa que contiene la información que los usuarios del informe consideran importante y necesitan para la toma de sus decisiones. El factor oportunidad es un componente de la pertinencia, ya que si la información es presentada después del momento en que puede influir sobre las decisiones, deja de ser pertinente.

La selección de los límites de la notificación de emisiones de GEI es un aspecto importante de la pertinencia. Los límites de la contabilidad y notificación deben reflejar adecuadamente las emisiones de GEI de la organización. La selección de los límites apropiados depende de las características de la organización, del objetivo a que esté destinada la información sobre GEI y de las necesidades de los usuarios. Al elegir dichos límites se requiere considerar un número de diferentes factores, tales como:

- Estructuras institucionales.- licencias de funcionamiento, propiedad, convenios legales, límites financieros y/o de tributación, etc.
- Límites operativos.- actividades en el lugar y fuera del lugar, procesos, servicios y efectos.
- El contexto comercial.- naturaleza de las actividades, lugares geográficos, sector de la industria, objetivos de la información, usuarios de la información.
- Exclusiones o inclusiones especiales, que deben ser indicadas en forma transparente y fundamentadas.

2.3.2 Integridad

Deben notificarse todas las emisiones dentro de los límites institucionales y operativos elegidos que son de importancia para los usuarios para permitir que se evalúen las emisiones de la organización notificante. En la práctica, la falta de datos o el costo de recopilar datos puede ser un factor limitante en la integridad del inventario. Para los

las emisiones, o se han estimado en un nivel
er incluidas, deben documentarse y justificarse en
forma transparente los efectos potenciales y la pertinencia de la exclusión.

El principio de integridad no debe confundirse con la disposición de la orientación sobre niveles insignificantes de notificación ni considerarse que está en contradicción con la misma. En algunas ocasiones, se define explícitamente un umbral de contabilidad de emisiones mínimas, estableciendo que una fuente que no supere determinado volumen puede omitirse del inventario. Técnicamente, dicho umbral es simplemente una tendencia negativa predefinida y aceptada en las estimaciones. En la práctica, todas las organizaciones que notifican emisiones de GEI adoptan un umbral de importancia relativa, ya sea explícita o implícitamente, debido a la gama extremadamente amplia en la magnitud de emisiones de GEI de sus diversas actividades. En tanto los usuarios de la información presentada no consideren substancial la totalidad de las emisiones que no se notifican, no debe considerarse que ello va en contra del principio de integridad.

2.3.3 Concordancia

Los usuarios de la información sobre GEI podrán hacer un seguimiento y comparar la información sobre emisiones de GEI en el tiempo con la finalidad de determinar tendencias y evaluar el cumplimiento de la organización notificante. La aplicación consecuente de definiciones límites, prácticas contables y metodologías de cálculo en el tiempo es esencial para obtener datos comparables de emisiones de GEI. La información sobre GEI para todas las instalaciones dentro de un límite de notificación de una organización debe compilarse de modo que asegure que la totalidad de la información es concordante internamente y en el tiempo. En caso de existir cambios en los métodos, datos o cualquier otro factor que afecte las estimaciones de las emisiones, los mismos deben documentarse y justificarse en forma transparente.

2.3.4 Transparencia

La transparencia se refiere al grado en que se divulga la información sobre los procesos, procedimientos, hipótesis y limitaciones del inventario de GEI. La información debe presentarse en forma clara, comprensible, objetiva, neutral y coherente. Debe incluirse

datos de auditorías internas o revisiones externas de
precerá una clara comprensión de los temas en el
contexto de la notificación de la empresa y una evaluación válida del cumplimiento.

Con el fin de promover una revisión independiente, el proceso del inventario debe basarse en documentación y archivos claros y completos (es decir, una referencia de auditoría). La información debe registrarse, compilarse y analizarse de modo que permita a los revisores internos y externos garantizar su veracidad. Debe proporcionarse suficiente información para asegurar que un tercero puede obtener los mismos resultados si se le suministran los mismos datos iniciales. Una verificación externa independiente es una buena forma de aumentar la transparencia y determinar que se ha establecido una referencia apropiada de auditoría y proporcionando la documentación.

2.3.5 Exactitud

Los datos deben ser lo suficientemente exactos y precisos para permitir a los usuarios tomar decisiones con suficiente confiabilidad de los mismos. Las incertidumbres en los cálculos de GEI deben reducirse tanto como sea factible, sobre la base de los datos disponibles para hacer los cálculos. Como medio de promover la credibilidad en las emisiones informadas, las organizaciones deben notificar con respecto a las medidas que adoptan para asegurar la exactitud en el proceso de estimación de emisiones.

2.4 DETERMINACIÓN DE LAS EMISIONES DE GASES EFECTO INVERNADERO (GEI) DE LA INDUSTRIA⁴.

2.4.1 Gases de Efecto Invernadero

Los gases de efecto invernadero son aquellos gases atmosféricos que dejan pasar la radiación solar a la superficie de la tierra pero absorben la radiación infrarroja emitida por ésta. A excepción del vapor de agua, estos gases están presentes en la atmósfera en concentraciones mínimas. Los gases de efecto invernadero ingresan a la atmósfera como parte de ciclos naturales y como resultado de actividades humanas.

⁴ IPIECA, OGP, API, Directrices de la Industria Petrolera para la Notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2003

ás comunes son los previstos en el Protocolo de

- Dióxido de carbono, CO₂
- Metano, CH₄
- Oxido nitroso, N₂O
- Hidrofluorocarbonos, HFC
- Perfluorocarbonos, PFC
- Hexafluoruro de azufre, SF₆

Además, algunos programas de notificación incluyen a las emisiones de óxidos de nitrógeno, óxido de carbono y compuestos orgánicos volátiles distintos al metano al dar cuenta de las emisiones de GEI. Estos compuestos contribuyen a la formación del ozono troposférico, que es en sí mismo un gas de efecto invernadero.

2.4.2 Gases de Efecto Invernadero de la Industria del Petróleo.

Se recomienda que las empresas relacionadas con la industria del petróleo calculen y notifiquen todas las emisiones significativas de cada uno de los seis GEI arriba mencionados incluidos dentro de los límites institucionales y operativos. Se prevé que habrá emisiones de CO₂ (y en menor medida CH₄ y N₂O) en prácticamente todas las empresas de la industria, ya que estos gases se producen por combustión. El CH₄ y CO₂ también provienen en cantidades variables de pozos gasíferos y petrolíferos. Dado que la cantidad de N₂O producido por combustión es bastante pequeña en relación con la cantidad de CO₂ producido, los GEI predominantes en la industria del petróleo son el CO₂ y el CH₄.

Los HFC, PFC y el SF₆, por su parte, no están estrechamente vinculados a la industria del petróleo como otros GEI, pero pueden ser emitidos por varios sectores y operaciones industriales.

global de los GEI.

El efecto directo de los GEI en la absorción de la radiación térmica, así como sus efectos indirectos en la transformación, formación o degradación de otros GEI, y en relación con la duración de los gases en la atmósfera, son en extremo variables. Para tener en cuenta estas diferencias se ha desarrollado el concepto de Potencial de Calentamiento Global (PCG). El PCG de un gas con efecto invernadero se define como el índice radiactiva (efecto de calentamiento) proveniente de la liberación instantánea de 1 kg de GEI en relación con la liberación de 1 kg de CO₂. Para expresar las emisiones sobre la base de su potencial de calentamiento global, la masa de las emisiones de cada GEI se multiplica por su correspondiente PCG. El resultado se expresa como emisiones de CO₂ equivalentes, porque el PCG se basa en el calentamiento potencial en relación con el CO₂. Dado que el PCG del CO₂ siempre es uno, las emisiones en masa de CO₂ y las emisiones de CO₂ equivalentes son idénticos.

Los potenciales de calentamiento global se calculan para diferentes períodos de tiempo, que generalmente van de 20 a 500 años. El período de tiempo más común para expresar el PCG es de 100 años. Se recomienda que las empresas utilicen un PCG de 100 años para expresar las emisiones basadas en CO₂ equivalentes.

En la tabla 1 se indica el PCG para 100 años para los seis GEI previstos por el Protocolo de Kyoto. Dado que dos de estos gases, el HFC y el PFC, representan familias de compuestos y no especies químicas individuales, se incluyen los PCG para cada uno de los integrantes de esas familias.

La mayor parte de las guías de orientación existentes utilizan los valores de PCG del Segundo Informe de Evaluación, y la mayoría de los programas de notificación exigen el uso de estos valores. En la actualidad, cuando se requiere la notificación de un país sobre emisiones de CO₂ equivalentes, esta se realiza sobre la base de los PCG contenidos en el Segundo Informe de Evaluación, y se prevé que estos valores continuarán siendo utilizados como base de cálculo al menos hasta el año 2012.

| lero | Potencial de calentamiento global |
|---|-----------------------------------|
| Dióxido de carbono (CO ₂) | 1 |
| Metano (CH ₄) | 21 |
| Oxido nitroso (N ₂ O) | 310 |
| HFC | |
| HFC-23 | 11700 |
| HFC-32 | 650 |
| HFC-41 | 97 |
| HFC-125 | 2800 |
| HFC-134 | 1000 |
| HFC-134a | 1300 |
| HFC-143 | 300 |
| HFC-143a | 3800 |
| HFC-152a | 140 |
| HFC-227 ea | 2900 |
| HFC-236 fa | 6300 |
| HFC-4310 mee | 1300 |
| PFC | |
| CF ₄ | 6500 |
| C ₂ F ₆ | 9200 |
| C ₃ F ₈ | 7000 |
| C ₄ F ₁₀ | 7000 |
| C ₅ F ₁₂ | 7500 |
| C ₆ F ₁₄ | 7400 |
| Hexafluoruro de azufre (SF ₆) | 23900 |

Tabla 1. Potenciales de calentamiento global para 100 años recomendados por el Segundo Informe de Evaluación.

2.4.4 Fuentes de emisiones de gases de efecto invernadero en la industria del petróleo

Las emisiones de gases de efecto invernadero de la industria del petróleo provienen de diversas fuentes. Esas fuentes se clasifican en tres categorías principales:

- Emisiones por combustión
- Emisiones provenientes de procesos
- Emisiones provenientes de fugas

s incluyen las resultantes de la combustión de quemadores, calentadores y turbinas y motores estáticos, así como la combustión de desechos en incineradores, y antorchas. Estas fuentes abundan en la industria del petróleo y dan cuenta de la mayor parte de sus emisiones de GEI.

Las fuentes de combustión móviles incluyen la combustión de combustible en buques, barcas, trenes, camiones, automóviles y aviones. Si bien estas fuentes también son de uso común en la industria del petróleo, sus emisiones son en general mucho más pequeñas que las de las fuentes de combustión estacionarias.

Las emisiones de GEI provenientes de procesos son las derivadas del procesamiento físico o químico de materiales. En la industria del petróleo, se trata en general de caudales de hidrocarburo líquido o gaseoso. El venteo de CO₂ extraído de vapores de gas y la producción de CO₂ en la manufactura del hidrógeno son ejemplos de emisiones provenientes de procesos en la industria del petróleo.

Las emisiones provenientes de fugas se originan de fugas ocurridas en los equipos (sellos, válvulas, juntas). Las fuentes de fugas dentro de la industria son preocupantes debido sobre todo a la alta concentración de CH₄ en muchos caudales de gases, además de la presencia de CO₂ en algunos de ellos.

2.5 EVALUACIÓN DE LAS EMISIONES DE GEI DE LA INDUSTRIA⁵.

La cuantificación de las emisiones de GEI de la industria del petróleo es complicada debido a la amplia variedad de fuentes de emisión y la naturaleza de los combustibles consumidos por la industria. Una gran parte de las emisiones provenientes de combustión de la industria del petróleo se originan de mezclas de hidrocarburos en combustión muy variables en cuanto a su composición, que no pueden caracterizarse bien con los factores de emisiones publicados. Además, la calidad de la información disponible para caracterizar las emisiones, incluyendo la composición y las cantidades de los materiales en combustión, puede variar sustantivamente entre y dentro de distintos sectores de la industria.

⁵ IPIECA, OGP, API, Directrices de la Industria Petrolera para la Notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2003

relacionadas con la combustión es importante que se esté quemando. Para la combustión de mezclas de hidrocarburos gaseosos en particular, las emisiones de CO₂ estimadas basadas en la real composición gaseosa proporcionarán los resultados más precisos. Si la composición gaseosa no está disponible, los cálculos de las emisiones deben realizarse utilizando factores de emisión basados en la masa (masa de CO₂/masa del combustible) y la masa real de combustible quemado, o basados en la energía (masa de CO₂ contenido de energía del combustible) y la cantidad real de energía consumida. El uso de factores de emisión basados en el volumen que no han sido derivados específicamente para el combustible de interés y el volumen de combustible consumido producirá mucha más incertidumbre en cuanto a las emisiones calculadas.

La exactitud requerida para la notificación de las emisiones de GEI depende del uso de los datos que se dan a conocer. Si la información se utiliza solamente con fines internos, la exactitud e integridad necesaria de esta puede ser en algunos casos limitada. Si la información va a utilizarse para la notificación pública voluntaria se requerirá mayor rigor. Si la información sobre emisiones va a utilizarse para generar algún beneficio financiero para la empresa, la calidad de las estimaciones de emisiones debe ser aún más rigurosa.

Dado que existen diversos métodos para la estimación de las emisiones, estos se han dividido en tres niveles. El nivel A proporciona las estimaciones más exactas, el nivel B presenta un nivel de exactitud intermedio y el nivel C contiene las estimaciones más generales. Cada nivel se vincula a un grado estimado de incertidumbre que sería el resultado de la aplicación del nivel a una instalación completa. Esos grados de incertidumbre se basan en un juicio profesional más que en los resultados de un revelamiento de una instalación o instalaciones utilizadas a modo de muestra.

2.5.1 Evaluación de las emisiones provenientes de las operaciones Upstream.

La tabla 2 ilustra los tres niveles de cálculo para estimar las emisiones de GEI provenientes de las operaciones upstream de la industria del petróleo.

| Categoría de fuentes | GEI | Niveles de estimaciones | | |
|--|-----------------|---|---|---|
| | | Nivel C +/- 30–60% | Nivel B Incertidumbre +/- 20–40% | Nivel A +/- 10–30% |
| | | Método de estimación | | |
| Venteo de gas asociado | CO ₂ | Incluir solo para caudales ricos en CO ₂ . Cantidad de gas liberado basada en mediciones de relación gas/petróleo disponibles y en la cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido. Se utiliza el valor local predeterminado o la composición real del gas, lo que esté disponible. | Cantidad de gas liberado estimada (por ejemplo, por mediciones periódicas de relación gas/petróleo y cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido). Composición del gas medida a intervalos similares. | Cantidad de gas liberado estimada (por ejemplo, por mediciones frecuentes de relación gas/petróleo y cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido). Composición del gas medida a intervalos similares. |
| | CH ₄ | Cantidad de gas liberado basada en mediciones de relación gas/petróleo disponibles y en la cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido. Se utiliza el valor local predeterminado o la composición real del gas, lo que esté disponible. | Cantidad de gas liberado estimada (por ejemplo, por mediciones periódicas de relación gas/petróleo y cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido). Composición del gas medida a intervalos similares. | Cantidad de gas liberado estimada (por ejemplo, por mediciones frecuentes de relación gas/petróleo y cantidad de petróleo producido; duración asumida de cortes de antorcha por venteo inadvertido). Composición del gas medida a intervalos similares. |
| Remoción de gas ácido | CO ₂ | Emisiones basadas en cantidad de gas producido y contenido de CO ₂ residual asumido. Uso de la composición de gas local o de la toma real, lo que esté disponible. | Resultados de simulación de proceso, como AmineCalc. | Equilibrio de masa a lo largo de la unidad de amina (por ejemplo, basado en la diferencia entre el flujo de gas de entrada y la fracción de CO ₂ y el flujo de gas de salida y la fracción de CO ₂ —parámetros medidos) |
| | CH ₄ | No consideradas | Aplicación de factores de emisión genéricos o resultados de simulación de proceso como AmineCalc | Resultados de simulación de proceso, como AmineCalc. |
| Deshidratación de glicol | CO ₂ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| | CH ₄ | No consideradas | Aplicación de factores genéricos de emisiones | Aplicación de factores genéricos de emisiones |
| Purgado de tanque | CO ₂ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| | CH ₄ | No consideradas | Aplicación de factores de emisiones genéricas -o- ecuaciones de estimación de emisiones | Medida de gas venteado o aplicación de proceso de simulación como el E&P Tank |
| Otras fuentes provenientes de procesos | CO ₂ | No consideradas | Procesar el equilibrio de masa como en el Compendio utilizando los datos de actividad basados en las mejores estimaciones de ingeniería | Procesar el equilibrio de masa como en el Compendio utilizando los datos de actividad basados en las mejores estimaciones de ingeniería |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |

| Categoría de fuentes | GEI | Niveles de estimaciones | | |
|---------------------------------|------------------------------------|--|---|---|
| | | Nivel C +/- 30–60% | Nivel B Incertidumbre +/- 20–40% Método de estimación | Nivel A +/- 10–30% |
| Fuentes de combustión | CO ₂ | Consumo de combustible basado en categorías, horas de actividad y cargas asumidas para los motores/turbinas (equilibrio de energía para calderas/calentadores); factor o factores de emisión de combustible predeterminados sobre la base de mediciones reales de composición de combustible, si están disponibles | Consumo de combustible basado en categorías, horas de actividad y cargas para los motores/turbinas (equilibrio de energía para calderas/calentadores); factores de emisión de combustible (masa/masa o masa/valor calorífico) basados en factores predeterminados | Consumo de combustible basado en medición en único punto* y en integración de flujo de masa para gas de calentamiento, registros de compra o mediciones de tanque para combustibles para bienes básicos (p.ej. gas natural, diesel); factores de emisión de combustible (masa/masa o masa/valor calorífico) basados en factores predeterminados |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Quema | CO ₂ | Cantidad de gas quemado basada en medidas de relación petróleo/gas disponibles y en cantidad de petróleo producido. Se aplican los factores predeterminados de emisiones locales de CO ₂ o el factor basado en composición de gas, si está disponible | Cantidad de gas quemado basada en medidas de relación petróleo/gas periódicas disponibles y en cantidad de petróleo producido. Composición de gas medida en intervalos similares o aplicación de factores predeterminados de emisiones locales de CO ₂ | Cantidad de gas quemado basada en medidas/mediciones y en medidas de relación petróleo/gas frecuentes y en cantidad de petróleo producido. Composición de gas medida en intervalos similares o aplicación de factores predeterminados de emisiones locales de CO ₂ |
| | CH ₄ | Calculada de la información precedente, fracción de metano asumida o conocida y metano residual predeterminado (eficiencia de la quema) | Calculada de la información precedente sobre cantidad de gas, composición de gas medida o asumida y metano residual predeterminado (eficiencia de la quema) | Calculada de la información precedente sobre cantidad de gas, composición de gas medida o asumida y metano residual predeterminado (eficiencia de la quema) |
| Categoría de fuentes | GEI | Niveles de estimaciones | | |
| | | Nivel C +/- 30–60% | Nivel B Incertidumbre +/- 20–40% Método de estimación | Nivel A +/- 10–30% |
| Fuentes no habituales | CO ₂ | No consideradas | Estimaciones de ingeniería | Estimaciones de ingeniería |
| | CH ₄ | No consideradas | Estimaciones de ingeniería | Estimaciones de ingeniería |
| Emisiones fugitivas de procesos | CO ₂ | No consideradas | Incluir solo caudales >30% CO ₂ sobre la base de factores de emisiones promedio del nivel de componentes y en mediciones de componentes habituales | Incluir solo caudales >30% CO ₂ sobre la base de factores de emisiones promedio del nivel de componentes y en mediciones de componentes reales |
| | CH ₄ | No consideradas | Sobre la base de factores de emisiones promedio del nivel de componentes y en mediciones de componentes habituales | Sobre la base de factores de emisiones promedio del nivel de componentes y en mediciones de componentes reales |
| Instalaciones sin actividad | CO ₂ CH ₄ | Si el operador no está dispuesto a proporcionar datos sobre las emisiones de GEI o sobre actividades o no le es posible hacerlo, las emisiones E&P pueden estimarse realizando un prorrateo hacia la siguiente instalación de producción operada por la compañía | | |

Tabla 2. Niveles de exploración y producción

se basa en la frecuencia de la toma de muestras de los caudales de gas liberado como a los caudales de gas bajo combustión. El aumento en la frecuencia de la toma de muestras reducirá la incertidumbre sobre las emisiones estimadas de una instalación, en particular en el caso de grandes caudales de composición y flujo variable. Los caudales de gas con composiciones relativamente constantes requerirán una toma de muestras menos frecuentes, mientras que aquellas con composiciones más variables requerirán una toma de muestras más frecuentes.

2.5.2 Evaluación de las emisiones provenientes de las operaciones Downstream.

Las emisiones de GEI de la actividad de refinación del petróleo provienen principalmente de la combustión y de procesos, incluyendo regeneradores de unidades de craqueo catalítico de fluido y plantas de hidrógeno. Las emisiones de GEI provenientes de fugas se darán en general en cantidades muy inferiores a las provenientes de otras fuentes.

Las fuentes de las emisiones de la producción petroquímica son similares. La tabla 3 muestra los tres niveles para cuantificar las emisiones de GEI provenientes de la refinación del petróleo y de la producción petroquímica.

| Categoría de fuentes | GEI | Nivel C | Niveles de estimaciones Nivel B | Nivel A |
|--|------------------------------------|---|---|---|
| | | +/- 15–30% | Incertidumbre +/- 15% | +/- 5–10% |
| | | Método de estimación | | |
| Otras fuentes provenientes de procesos | CO ₂ | No consideradas | Equilibrio de masa de proceso tal como en el Compendio, utilizando datos de actividad basados en mejores estimaciones de ingeniería | Equilibrio de masa de proceso tal como en el Compendio, utilizando datos de actividad basados en mejores estimaciones de ingeniería |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Fuentes no habituales | CO ₂ | No consideradas | Estimaciones de ingeniería | Estimaciones de ingeniería |
| | CH ₄ | No consideradas | Estimaciones de ingeniería | Estimaciones de ingeniería |
| Fuentes provenientes de fugas de procesos | CO ₂ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas (posiblemente significativas para suministro de gas natural por gasoducto) |
| Fuentes de otras áreas | CO ₂ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Refinerías y plantas petroquímicas sin actividad | CO ₂ CH ₄ | En el caso de refinerías en que el operador no está dispuesto o no puede proporcionar datos sobre emisiones de GEI o datos de actividad, las emisiones pueden estimarse realizando un prorrateo hacia la siguiente refinería en actividad equivalente, con los ajustes correspondientes según la rigurosidad del proceso y las propiedades del crudo. Un método similar puede aplicarse a las instalaciones petroquímicas si la materia prima, los procesos y los productos son lo suficientemente similares. | | |

| Categoría de fuentes | GEI | Niveles de estimaciones | | |
|-------------------------------|-----------------|--|---|---|
| | | Nivel C +/- 15–30% | Nivel B Incertidumbre +/- 15% | Nivel A +/- 5–10% |
| | | Método de estimación | | |
| Fuentes de combustión | CO ₂ | Insumo térmico (combustible quemado) estimado sobre la base de categorías diseñadas para la planta y horas de operación, factores de combustible predeterminados | Insumo térmico (combustible) basado en mediciones o equilibrios de energía en calentadores/calderas, composición del combustible obtenida de tomas de muestras instantáneas ocasionales. | Insumo térmico (combustible) basado en mediciones* o equilibrios de energía en calentadores/calderas, composición del combustible obtenida de tomas de muestras instantáneas frecuentes. |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Combustión de Coque CCF | CO ₂ | Insumo térmico (combustible quemado) basado en categorías diseñadas para planta y horas de operación, factor coque predeterminado | Índice de combustión de coque calculado sobre la base del equilibrio de masa/energía del proceso y a la composición promedio del coque basada en toma de muestras instantáneas – o – estimado directamente de concentraciones de CO y CO ₂ en escapes (muestras instantáneas) e índice de flujo de aire/oxígeno al regenerador | Índice de combustión de coque calculado sobre la base del equilibrio de masa/energía del proceso y a la composición promedio del coque basada en toma de muestras instantáneas – o – estimado directamente de concentraciones de CO y CO ₂ en escapes (muestras instantáneas) e índice de flujo de aire/oxígeno al regenerador |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Quema | CO ₂ | Estimaciones de ingeniería del gas quemados, es decir, utilizando correlación de longitud de antorcha del API y factor predeterminado para gas de refinería | Estimaciones de ingeniería de procesos del volumen de antorcha sobre la base de tasas conocidas de purga, flujos de unidades de proceso a la antorcha y estimaciones de quemado no habitual sobre la base de registros de planta. La composición promedio ponderada del gas de antorcha se basa en la composición estimada. | Volumen de antorcha estimado a partir de los medidores de gas de antorcha si los hay disponibles, tasas conocidas de purga y mejores estimaciones de ingeniería de procesos, composición promedio del gas de antorcha basada en muestras instantáneas a lo largo del año ajustadas en caso de quemado significativo no habitual. |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas |
| Planta de hidrógeno (proceso) | CO ₂ | Equilibrio de masa del proceso basado en producción estimada de hidrógeno | Método 'simple' del Compendio basado en producción estimada de hidrógeno | Método 'complejo' del compendio, es decir, equilibrio de masa del proceso basado en la tasa de carga del reformador conocido y composición |
| | CH ₄ | No consideradas | No consideradas | No consideradas (verificación de muestra de contenido de metano de caudal de CO ₂ liberado) |

Tabla 3. Niveles de refinación de petróleo y productos petroquímicos.

- Protocolo de Kyoto de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el cambio climático.
- La Ley de Gestión Ambiental, expedida el 22 de julio de 1999 por el H. Congreso Nacional y publicada en el Registro Oficial No. 245 del 30 de los mismos mes y año.
- La Ley de Régimen del Sector Eléctrico, expedida con el carácter de especial por el H. Congreso Nacional y publicada en el Registro Oficial No. RO-S 43 el 10 de octubre de 1996.
- Reglamento Sustitutivo del Reglamento General de la Ley de Régimen del Sector Eléctrico, expedido el 22 de octubre de 1997 por el Presidente de la República y publicado en el Registro Oficial No. Suplemento 182 del 28 de octubre de 1997.
- Reglamento Ambiental para Actividades Eléctricas, expedido el 14 de agosto del 2001 por el Presidente de la República, mediante Decreto Ejecutivo No. 1761, publicado en el Registro Oficial No. 396 de los mismos mes y año.
- El Texto Unificado de Legislación Ambiental Secundaria (TULAS) del Ministerio del Ambiente, en lo referente a los límites permisibles vigentes; expedido el 27 de diciembre del 2002 por el Presidente de la República, mediante Decreto Ejecutivo No. 3516, RO-E 2 del 31 de marzo del 2003.

3.0 METODOLOGÍA

3.1 DISEÑO METODOLÓGICO

3.1.1 Tipo de Investigación

El presente trabajo es una investigación aplicada, relacionada con las operaciones de Andes Petroleum Ltd en el área hidrocarburífera, los datos a obtenerse serán producto de investigaciones de campo específicamente en el bloque Tarapoa.

3.1.2 Método

Los procesos metodológicos utilizados para la cuantificación y el reporte de GEI siguen los lineamientos establecidos en las Directrices de la Industria Petrolera para la Notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero (IPIECA, OGP, API, 2003) así como las metodologías técnicas del Compendium Of Greenhouse Gas Emissions Methodologies for the Oil and Gas Industry (API, 2004).

La cuantificación y reporte de emisiones de GEI, bajo el esquema del método de control operativo contempla incluir todas las instalaciones en las cuales la empresa tiene el 100% de control operativo. Esta consideración abarca todas las locaciones (plataformas, estaciones, campamentos) ubicadas en el bloque Tarapoa. La ventaja más notoria en la adopción de este método es la facilidad de acceso a la información y su consecuente minimización de costos para la empresa reportante. Otra ventaja que cabe mencionar es que el método facilita el seguimiento del cumplimiento de las actividades de cuantificación y reporte.

3.1.3 Diseño⁶

⁶ Fuente: Andes Petroleum Ltd.

éctrica de Andes Petroleum Ltd dentro del Bloque
 uida en 44 Mw para los generadores de Fanny
 Generación, 17.382 MW para los generadores de las diferentes locaciones del Bloque
 Tarapoa.

Las unidades de generación funcionan a base de gas como principal combustible y fuel oil como sustituto en casos de emergencia o por conveniencia de generación. Se han instalado este tipo de generadores, con el fin de aprovechar como combustible, el gas asociado a la producción de crudo del Bloque Tarapoa, en lugar de quemarlo. Para este propósito, el gas en solución requiere de un acondicionamiento a fin de que pueda cumplir con los índices de combustible especificados para los generadores a gas.

A continuación se indica el proceso de conversión de gas en combustibles:

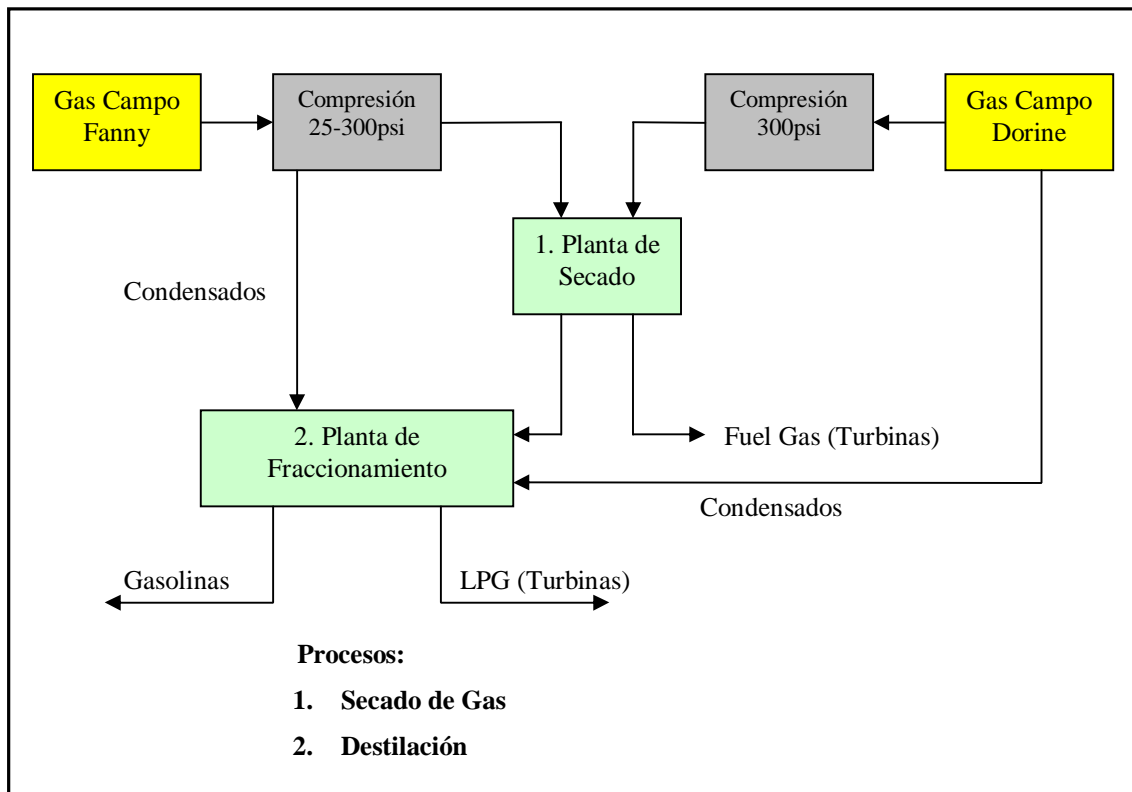


Fig. 7 Proceso de Conversión de Gas en Combustibles

Los diferentes tipos de generadores instalados utilizan el flujo de gas como medio de trabajo para convertir la energía térmica en energía mecánica, la misma que se transfiere mediante torque a un generador produciendo la energía eléctrica, que luego al pasar a los respectivos transformadores elevan el voltaje de la energía eléctrica generada a las

transmisión las cuales permiten utilizar la energía del Bloque, luego de una nueva transformación y su distribución para funcionamiento de maquinaria, equipos y alumbrado.

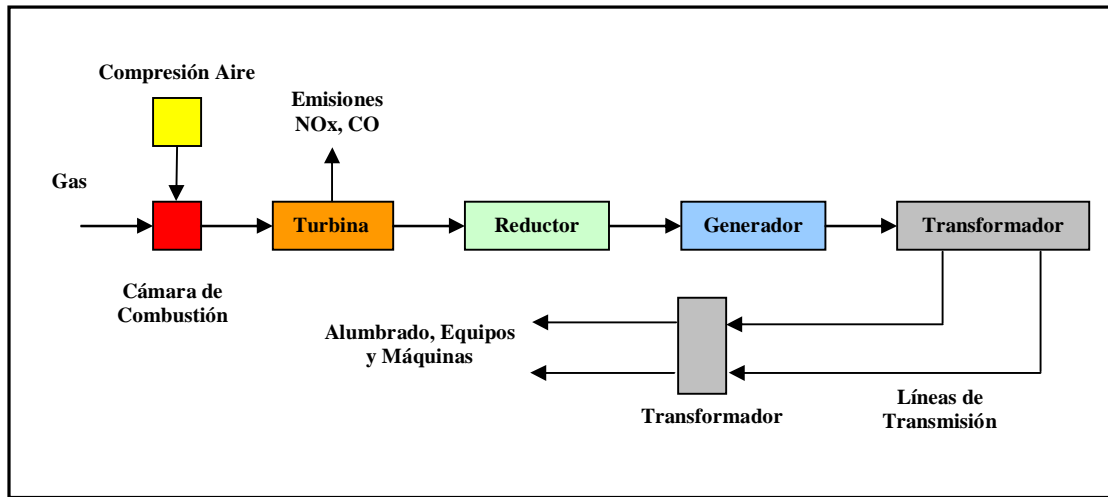


Fig. 8 Proceso de Conversión de Gas en Energía Eléctrica

Las emisiones directas reportadas fueron calculadas mediante la utilización de índices de emisión desarrollados por el American Petroleum Institute (API). Para realizar esta cuantificación se utiliza como insumos la información relativa al volumen de combustibles consumidos, y los tipos de combustibles utilizados.

3.2 HIPÓTESIS

Hipótesis de Investigación

Hi: las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en las actividades de operación de Andes Petroleum en las plantas de generación de energía eléctrica en el Bloque Tarapoa son mayores a 0.002 Tn de CO₂e/Bbls de petróleo producidos.

Hipótesis Nula

Ho: las emisiones de gases de efecto invernadero generadas en las actividades de operación de Andes Petroleum en las plantas de generación de energía eléctrica en el Bloque Tarapoa son menores a 0.002 Tn de CO₂e/Bbls de petróleo producidos.

Hi. $X > 0.002$ Tn de CO₂e/Bbls de petróleo producidos

Ho. $X < 0.002$ Tn de CO₂e/Bbls de petróleo producidos

3.2.1 Variables

| Variable Independiente | Concepto | Indicadores | Instrumentos |
|-----------------------------|--|---|---|
| Producción Diaria de Fluido | Volumen de fluido expresado en barriles, producido en 24 horas por un pozo, yacimiento, cuenca, país, etc | Barriles de Fluido por día (BFPD) | Monitoreo diario de producción |
| Variable Dependiente | Concepto | Indicadores | Instrumentos |
| Emisiones de GEI | Emisiones a la atmósfera de CO ₂ , CH ₄ , NO ₂ , HFC, PFC, SF ₆ , que resultan del proceso de quema el combustible para la generación de energía | Cantidad de emisiones diarias (Tn de CO ₂ e) | Fórmula de conversión de Kw/hr a Tn CO ₂ e |

Tabla 4. Variables Independiente y Dependiente

3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS

La cuantificación de emisiones se la realizó para el año 2006 mediante la aplicación del software SANGEAÍ v3.04, administrado y distribuido por API. Este software está basado en el Compendium de API, y ejecuta sus cálculos y reportes tomando como parámetros el consumo de combustible, y el tipo de combustible utilizado.

cuantificación de GEI de acuerdo a los datos que se ingresan, como masa, volumen, poder calorífico superior (HHV) y poder calorífico inferior (LHV); en cada una de estas categorías se puede escoger la unidad que se desee, el software tiene diferentes opciones de unidades.

Cuando se ingresan datos en unidades de volumen, el software asume una densidad estándar para el combustible y lo transforma a unidad de masa. Estos factores (densidad en este caso) se encuentra en el compendio de API.

Cuando ya se obtiene los resultados sobre las emisiones de los GEI para convertirlos a unidades de CO₂e sólo se requiere multiplicar dicho resultado que tiene que estar necesariamente en una unidad de masa por un factor que se llama potencial de calentamiento global (PCG), este factor es un índice de la fuerza radioactiva de 1kg de gas con relación a 1kg de CO₂. Por ejemplo, para el CH₄ es 21 y para el N₂O es 310. Entonces si se tiene las emisiones de CH₄ en toneladas solo se lo multiplica por 21 y se obtiene las emisiones en toneladas de CO₂e y de igual manera para el N₂O.

Los datos anuales totales obtenidos de campo, y que fueron utilizados como fuentes en el software, están resumidos en la siguiente tabla:

| TIPO DE COMBUSTIBLE | CONSUMO AÑO 2006 ⁷ |
|---------------------|-------------------------------|
| Gasolina | 11,852,037 gal |
| Diesel | 13,544 gal |
| Gas Natural, GLP | N/D |
| Gas Quemado | N/D |

Tabla 5. Datos ingresados al software SANGEA

3.4 MUESTRA

Como se mencionó anteriormente, la cuantificación de la emisión de GEI se la realizó utilizando el software SANGEA, por consiguiente se realizaron los cálculos tomando

⁷ Fuente: Andes Petroleum Ltd.

les total de la empresa, que en su mayor porcentaje los generadores de energía eléctrica.

3.5 TABULACIÓN DE RESULTADOS⁸

Los resultados que se presentan a continuación fueron obtenidos directamente del módulo de reportes del software SANGEA para el período del 2006. También se indican resultados del 2007. A continuación los mismos:

| GEI | Emisiones Ton | CO2e Ton |
|----------------------|---------------|-------------------|
| CO ₂ | 120.520 | 120.520 |
| CH ₄ | 27 | 557 |
| N ₂ O | 1,4 | 437 |
| Total Emitido | | 121.514,00 |

Tabla 6. Emisiones totales en el 2006

| Indicadores | Unidad | 2006 | I Trim. | II Trim. | III Trim. | IV Trim. |
|----------------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Total de Emisiones | Ton. | 121.514 | 25.842 | 30.479 | 34.174 | 31.019 |
| Barriles de Petróleo | BBlS | 21.536.000 | 5.413.000 | 5.284.000 | 5.543.000 | 5.296.000 |
| CO ₂ e/Barriles | Ton. CO ₂ e / BBlS | 0,00564237 | 0,00477406 | 0,00576817 | 0,00616525 | 0,00585706 |

| Indicadores | Unidad | 2007 | I Trim. | II Trim. | III Trim. | IV Trim. |
|----------------------------|-------------------------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Total de Emisiones | Ton. | 127.685 | 34.197 | 37.695 | 41.827 | 13.966 |
| Barriles de Petróleo | BBlS | 24.248.584 | 4.119.930 | 4.128.243 | 14.588.485 | 1.411.926 |
| CO ₂ e/Barriles | Ton. CO ₂ e / BBlS | 0,00526568 | 0,00830038 | 0,00913100 | 0,00286712 | 0,00989145 |

Tabla 7. Total de emisiones, Producción total e Índice de emisiones (2006-2007)

La producción total de petróleo de Andes Petroleum Ltd, correspondiente al período 2002-2007 se indica a continuación en la tabla 8.

| Año | Producción (Bbls de Petróleo) |
|------|---------------------------------|
| 2002 | 13.998.606 |
| 2003 | 15.916.718 |
| 2004 | 21.552.723 |
| 2005 | 19.873.392 |
| 2006 | 21.536.000 |
| 2007 | 24.248.584 |

Tabla 8. Producción total de petróleo para el período 2002-2007

⁸ Fuente: Andes Petroleum Ltd

**Producción de Petróleo
(2002-2007)**

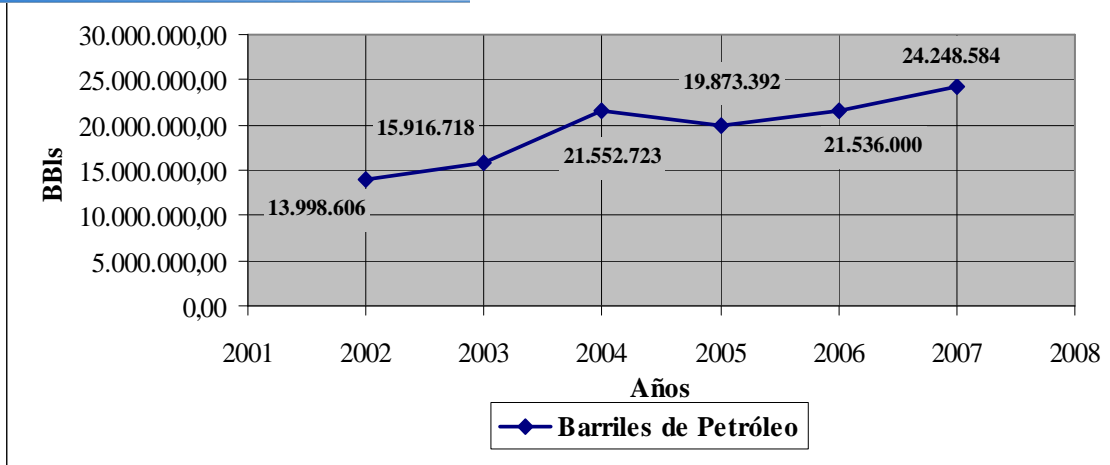


Fig. 9 Producción total de petróleo para el período 2002-2007

Considerando los valores anteriores de producción y el indicador de cantidad de CO₂e emitido por cada barril de petróleo producido, se obtuvieron los siguientes resultados de emisiones totales para el período 2002-2007.

| Indicadores | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Barriles de Petróleo | 13.998.606,00 | 15.916.718,00 | 21.552.723,00 | 19.873.392,00 | 21.536.000,00 | 24.248.584,00 |
| CO ₂ e/Barriles | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00564237 | 0,00526568 |
| Total de Emisiones (Ton CO ₂ e) | 76.349 | 86.810 | 117.549 | 108.390 | 121.514 | 127.685 |

Tabla 9. Total de emisiones de CO₂e producidos en el período 2002-2007

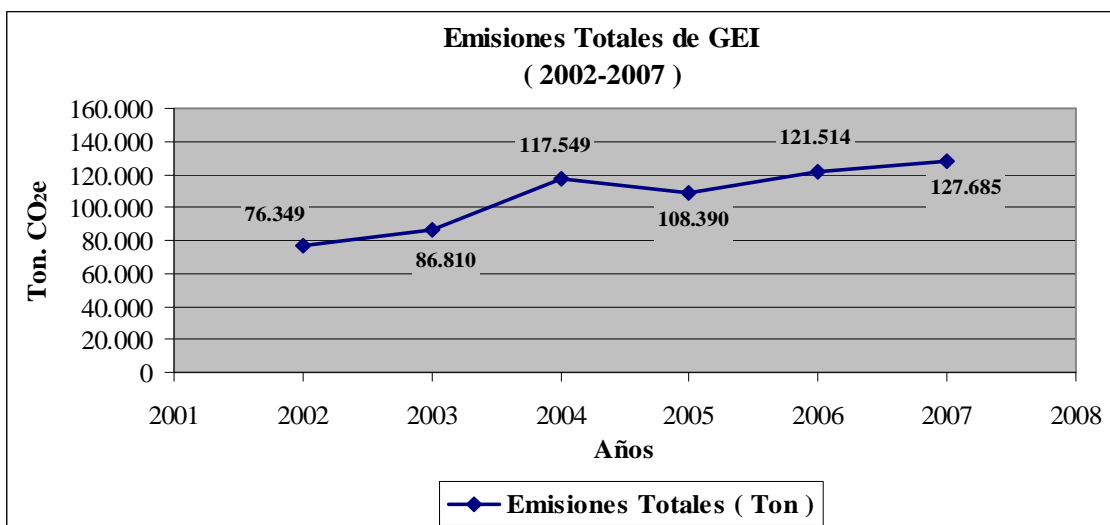


Fig. 10 Total de emisiones de GEI producidos en el período 2002-2007

do 2002-2007, se determinó la función proyección

| Años | Producción (Bbbs) | t | Xi | XiYi | Xi2 |
|-------------|-----------------------|----------|----------|----------------------|-----------|
| 2002 | 13.998.606,00 | -2,5 | -5 | -69993030 | 25 |
| 2003 | 15.916.718,00 | -1,5 | -3 | -47750154 | 9 |
| 2004 | 21.552.723,00 | -0,5 | -1 | -21552723 | 1 |
| 2005 | 19.873.392,00 | 0,5 | 1 | 19873392 | 1 |
| 2006 | 21.536.000,00 | 1,5 | 3 | 64608000 | 9 |
| 2007 | 24.248.584,00 | 2,5 | 5 | 121242920 | 25 |
| Sum: | 117.126.023,00 | 0 | 0 | 66.428.405,00 | 70 |

Tabla 10. Valores para la obtención de la Función Proyección Y

De donde:

$$6a = 117,126,023 \text{ y } 7b = 66,428,405$$

Por tanto:

$$a = 19,521,003,83 \text{ y } b = 948,977,21$$

Función de Proyección $Y = 19,521,003.83 + 948,977.21X$

Una vez obtenida la función (Y), se realizó la proyección de los valores de producción de petróleo para el período 2008-2012, con los cuales se determinó la proyección de las emisiones totales de GEI para el mismo período, asumiendo que las facilidades de producción y de generación de energía eléctrica se mantengan como en la actualidad en el Bloque Tarapoa.

| Indicadores | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Barriles de Petróleo (Bbbs) | 26.163.844,33 | 28.061.798,76 | 29.959.753,19 | 31.857.707,62 | 33.755.662,05 |
| Ton CO ₂ e/Barriles | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00545403 | 0,00545403 |
| Total de Emisiones (Ton CO ₂ e) | 142.698 | 153.050 | 163.401 | 173.753 | 184.104 |

Tabla 11. Producción de petróleo y volumen de emisiones de CO₂e proyectados para el período 2008-2012

Proyección Producción de Petróleo (2008-2012)

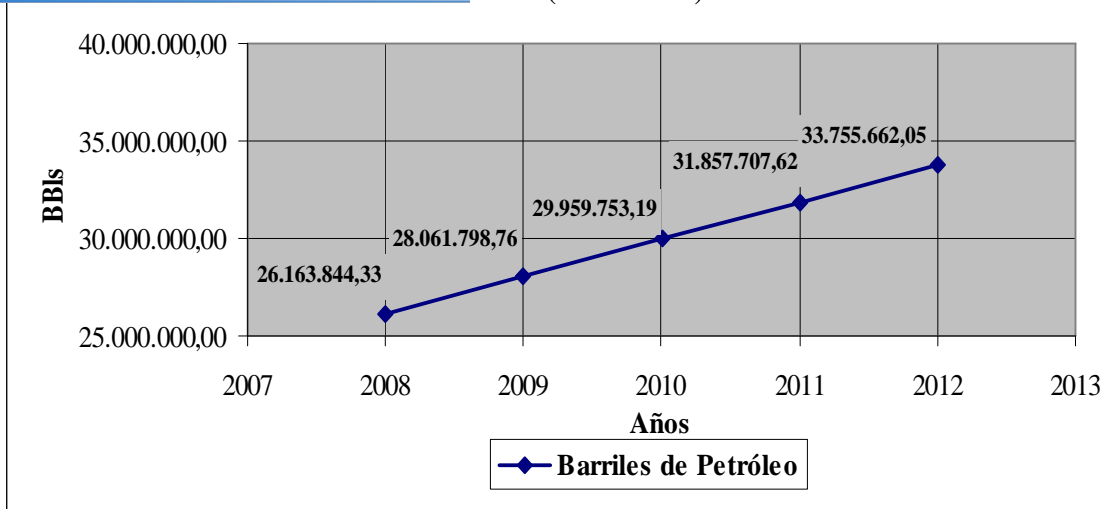


Fig. 11 Producción de petróleo proyectado para el período 2008-2012

Proyección Emisiones Totales de GEI (2008-2012)

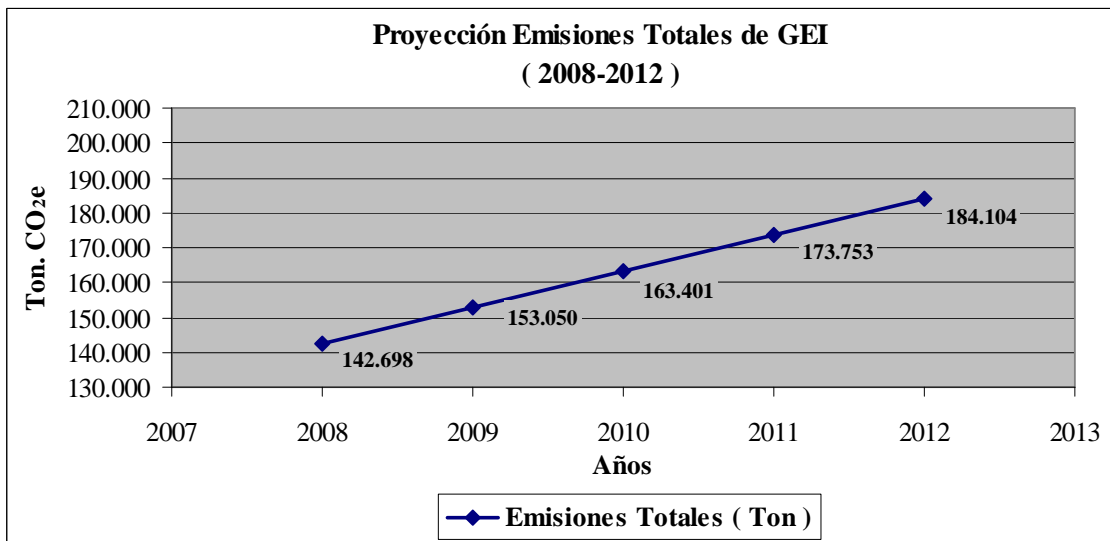


Fig. 12 Volumen de Emisiones de CO_{2e} proyectado para el período 2008-2012

3.5.1 Comprobación de la hipótesis

En base al estudio realizado para el período del 2006 se determinó que el total de emisiones de gases de efecto invernadero generadas en las operaciones de Andes Petroleum son iguales a 0.00564236 Tn de CO_{2e} / Bbls de petróleo producidos y para el 2007 corresponden a 0.00526568 Tn de CO_{2e} / Bbls de petróleo producidos, con lo cual se comprueba que la hipótesis (Hi) es la correcta.

adhera es la siguiente:

Hi $X > 0.002$ Tn de CO₂e/Bbbs de petróleo producidos

3.5.2 Interpretación de resultados

Del análisis realizado se puede determinar que las emisiones de GEI provenientes de la generación eléctrica en el bloque Tarapoa se han incrementado de $\pm 76,349$ Ton CO₂e para el año 2002 a 127,685 Ton CO₂e para el año 2007 lo que corresponde a un 67.2% aproximadamente.

Del período total analizado (2002-2007), se observó que la tendencia de las emisiones de GEI, ha variado en forma incremental a un promedio de $\pm 10,267$ Ton CO₂e por año. Considerando que el volumen de emisiones es directamente proporcional a la producción de petróleo y que ésta última ha variado a un promedio de ± 2 MM de Bbbs de petróleo por año según el análisis realizado para el período 2002-2007, se estima que para el año 2012 las emisiones de GEI se incrementen a un valor de 184,104 Ton CO₂e.

Esta proyección está sujeta a que las condiciones de producción (infraestructura, plan de desarrollo, inversión económica, etc) se mantengan constantes al igual que la infraestructura de generación eléctrica. Cualquier variación (ampliación o reducción) de los factores antes mencionados tendrá directa influencia en la proyección realizada en este estudio.

4.0 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 CONCLUSIONES

Del presente trabajo relacionado con el análisis de las emisiones de GEI producidas en las operaciones de Andes Petroleum Ltd en el Bloque Tarapoa, se puede concluir lo siguiente:

- De la información disponible del 2006, año para el cual se realizó la cuantificación y el análisis de las emisiones de GEI, el combustible con un mayor porcentaje de consumo fue la gasolina con un total de 11,852,037 galones correspondiente al 99.88% de un total de 11,865,581 galones. Los 13,544 galones restantes corresponden al consumo de diesel (0.12%).
- El total de emisiones de GEI para el año 2006 fue de 121,514 toneladas de CO₂e. De este total, 120,520 toneladas fueron emisiones de CO₂ (99.18%), 557 toneladas de CH₄ (0.46%) y 437 toneladas de N₂O(0.36%).
- Considerando la producción total de petróleo del 2006, correspondiente a 21,536,000 barriles y el total de emisiones de GEI para el mismo año de 121,514 toneladas de CO₂e, se obtuvo que por cada barril de petróleo producido el total de emisiones de CO₂e es igual a 0.00564236. Para el año 2007 se obtuvo que por cada barril de petróleo producido el total de emisiones de CO₂e es igual a 0.00526568. Consecuentemente en ambos períodos se comprueba que la hipótesis de investigación (Hi) es la correcta.
- El volumen de emisiones de CO₂e es directamente proporcional al volumen de petróleo producido.

de petróleo del Bloque Tarapoa para el período e determinó que la producción tiene una tendencia incremental promedio de ± 2 MM de barriles de petróleo por año.

- En base a la tendencia en la producción de petróleo en el Bloque Tarapoa para el período 2002-2007, se puede determinar que las emisiones de GEI provenientes de la generación eléctrica en el bloque Tarapoa se han incrementado de 76,349 Ton CO₂e para el año 2002 a 127,685 Ton CO₂e para el año 2007 lo que corresponde a un 67.2% aproximadamente.
- Si las condiciones de producción (infraestructura, plan de desarrollo, inversión económica, etc) se mantienen constantes se proyecta que para el 2012 la producción anual de petróleo en el Bloque Tarapoa será de 33.7 MM de barriles.
- Considerando la proyección de la producción al 2012 y el total de emisiones de CO₂e por barril producido, se puede determinar que las emisiones de GEI se incrementarán a un valor de 184,104 Ton CO₂e anuales.

- Establecer un adecuado sistema de registro de emisiones de gases de efecto invernadero (Inventario de GEI), que contenga toda la información reportada de las diferentes instalaciones de operación en el Campo.
- Designar al personal adecuado para la recopilación y clasificación de la información por Bloques, la que deberá incluir información relativa al consumo de combustibles, consumo y generación de energía eléctrica, procesos de refinación de crudo para obtener diesel, procesos internos que puedan constituir fuentes potenciales de emisiones de GEI, gas quemado, consumo de combustible de fuentes móviles.
- La aplicación de fuentes alternativas de combustibles que permita minimizar las emisiones de GEI producto de las operaciones de Andes Petroleum Ltd. Podría considerarse el uso de biocombustibles, para lo cual es necesario un análisis previo respecto a la compatibilidad de los mismos con la infraestructura de producción de petróleo y generación eléctrica que actualmente está instalada en el Bloque Tarapoa.
- Implementación de proyectos MDL (Mecanismos de Desarrollo Limpio) que permitan mayor captación de dióxido de carbono, disminuyendo de esta manera el impacto final de las emisiones de GEI.

5.0 PROYECTO

5.1 INTRODUCCIÓN

El calentamiento global y cambio climático se han constituido en potenciales problemas ambientales en las últimas décadas, los cuales han sido materia de muchos estudios y análisis. Uno de los factores que más incidencia han tenido en éstos está sin duda alguna, las emisiones de gases efecto invernadero (GEI) generadas por la población mundial en el proceso de satisfacción de sus necesidades. Entre los sectores que contribuyen a estas emisiones podemos citar los siguientes: industrial, transporte, generación de energía, residencial, comercial entre otros.

De acuerdo con el WRI⁹ (World Resources Institute) en el contexto internacional de emisiones de gases de efecto invernadero, en el año 2000 América Latina y el Caribe aportaron el 5,5% del total de las emisiones mundiales de CO₂ (excluyendo emisiones derivadas del sector cambio de uso del suelo y silvicultura). Se calcula que las emisiones totales en el mundo alcanzaron los 24 mil millones de toneladas de CO₂. (Ver figura 13).

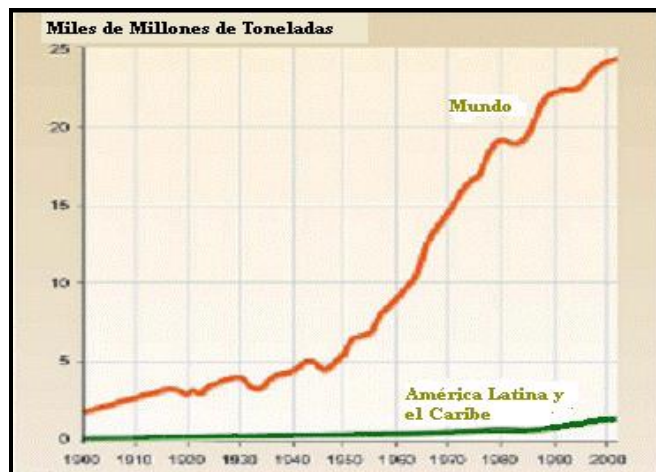


Fig. 13 Emisiones de CO₂ en el Mundo y América Latina y el Caribe

***Fuente: Instituto de Recursos Mundiales ó 2003**

⁹ SYNERGY, UNESA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, INSTITUT SYSTEM-UND INNOCATIONSFORSCHUNG, INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CIER Y OLADE. Metodologías para la implementación de los mecanismos flexibles de Kyoto ó mecanismo de desarrollo limpio en latinoamérica Abril 2005.

ilizó un total¹⁰ de 15,131,100 toneladas de CO₂, lo
s emisiones mundiales totales.

Del estudio realizado se determinó que para el año 2007, Andes Petroleum Ltd, generó un total¹¹ de 127,685 toneladas de CO₂e provenientes de las operaciones de explotación de hidrocarburos en el bloque Tarapoa de la Región Amazónica Ecuatoriana.

Con la finalidad de disminuir éstas emisiones de GEI, se presentará un proyecto que permita cumplir con el objetivo mencionado, minimizando el impacto ambiental causado en el área, mejorando el bienestar ambiental e incrementando los estándares de calidad y competitividad de la Compañía.

5.2 JUSTIFICACIÓN

Debido al aporte de emisiones de GEI generado por el desarrollo de las actividades de explotación de hidrocarburos de la compañía Andes Petroleum Ltd, el presente proyecto tiene como finalidad, constituir un mecanismo de mitigación del impacto ambiental causado por estas emisiones, en la búsqueda de un desarrollo sustentable.

5.3 FASE DE PRE-INVERSIÓN

5.3.1 Identificación de alternativas para el proyecto

Como alternativas de proyectos que permitan mitigar o reducir el volumen total de emisiones de GEI generado en el Bloque Tarapoa, se determinaron las siguientes:

- Secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica (Reforestación).
- Secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).
- Reducción de GEI mediante el uso de fuentes de energía renovables.

¹⁰ MINISTERIO DEL AMBIENTE. OPS/OMS en Ecuador. Lineamientos generales para establecer políticas de la calidad del aire en Ecuador. Fase I. Diagnóstico situacional. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/ecuador10>

¹¹ Fuente: Andes Petroleum Ltd

5.3.2 Estudio a nivel perfil

Para determinar las alternativas más viables a considerar y analizar de las expuestas anteriormente se emitieron los siguientes criterios de evaluación:

1. Secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica (Reforestación).

La reforestación es una actividad que ya se ha implementado en el país, principalmente en los últimos años, por tanto no se encuentra en una fase de experimentación. Adicionalmente, Andes Petroleum Ltd cuenta con áreas que pueden ser destinadas a esta actividad, además de los recursos económicos necesarios para la implementación de la misma.

2. Secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica aplicando el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL).

La idea fundamental del MDL parte del hecho de que los GEI que están ocasionando los trastornos climáticos, se distribuyen uniformemente en la atmósfera y por lo tanto la reducción y/o secuestro de estos gases en cualquier sitio del planeta produce el mismo efecto. Esta acción, permite a los países industrializados comprometidos en reducir las emisiones de GEI efectuar dichas reducciones mediante acciones, a través de proyectos, en los países en desarrollo donde los costos de reducción son inferiores a los costos equivalentes en los países industrializados.



Fig. 14 Diagrama de Flujo del Mecanismo de Desarrollo Limpio¹²

Para aplicar el mecanismo de desarrollo limpio existen ciertas condiciones que deben ser cumplidas, y las citamos a continuación:

Condiciones para los países¹³

- **Participación debe ser voluntaria:** en el año 2001, el Comité Nacional del Clima del Ecuador (CNC) acordó las políticas y los instrumentos institucionales para viabilizar y apoyar la participación de actores nacionales del Ecuador en el emergente mercado internacional del carbono.
- **El establecimiento de una Autoridad Nacional designada para el MDL:** el Ministerio de Ambiente es la Autoridad Nacional para el Mecanismo de Desarrollo Limpio (AN-MDL) en el Ecuador.
- **La ratificación del Protocolo de Kyoto:** Ecuador ratificó el Protocolo de Kyoto en diciembre de 1999.

¹²⁻¹³ CORDELIM, Información General, El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). <http://www.cordelim.net>.

- En el marco del MDL sólo pueden ser reforestadas tierras que hayan estado sin bosque desde antes del 31 de Diciembre de 1989. **No hay información disponible que garantice el cumplimiento de este requisito, sin embargo el uso que se le ha dado a las áreas disponibles han sido para establecer cultivos y pastizales.**
- El proyecto tiene que establecer un bosque. Una vez habiendo llegado a su estado de madurez la vegetación implementada tendrá que tener las características de bosque. El concepto de bosques bajo el MDL considera de especial manera la cantidad de carbono acumulado en una formación vegetal, teniendo en cuenta los siguientes parámetros: área mínima de 1 hectárea, cobertura de copa, por lo menos del 30% y altura mínima de los árboles: 5 metros. **El proyecto si cumple con estos requisitos, el área a reforestarse es mayor a 1Ha, y las especies consideradas para el proyecto llegan a alcanzar alturas entre 20 y 30 metros.**
- El proyecto tiene que ser adicional, es decir se garantiza que se está mitigando el Cambio Climático, además que se demuestre que el proyecto no hubiera sido realizado si no fuera por los incentivos que representa el MDL. **Si no se realiza el proyecto, las emisiones de GEI continuarán generándose, producto de las operaciones de la Compañía, con la implementación del proyecto parte de estas emisiones serán capturadas a través de la fijación biológica.**
- El proyecto tiene que contribuir al Desarrollo Sostenible del país. **El objetivo de este proyecto es mitigar el efecto ambiental causado por las emisiones de GEI, tratando de conservar las condiciones del medio para satisfacer las necesidades de las próximas generaciones.**

Viabilidad del Proyecto¹⁵

¹⁴⁻¹⁵ CORDELIM, Información General, Guía para proyectos MDL, Clases de Proyectos MDL. Proyectos de Aforestación y Reforestación. <http://www.cordelim.net>.

a que se requiere financiamiento. El MDL canaliza
avés del mercado: en la medida que los proyectos
ubiquen en el Mercado Internacional de Carbono sus certificados, estos
obtendrán ingresos. **Andes Petroleum Ltd, está en capacidad de financiar la
totalidad del proyecto.**

- Debe ser viable en relación a lo social y ambiental, teniendo en cuenta que son proyectos a largo plazo, así como los objetivos relacionados al secuestro de carbono, que deben realizar una proyección de la cantidad de carbono secuestrado a través de la vida del proyecto. Desde ese enfoque la estabilidad de un proyecto se convierte en un aspecto de suma importancia. **Dependerá del tiempo que Andes Petroleum Ltd continúe desarrollando sus operaciones en el Ecuador.**
- Para cumplir con los objetivos de largo plazo se recomienda reducir eventuales riesgos que amenazarían su estabilidad. Para esto se deben usar herramientas que reduzcan desde un principio eventuales impactos en lo social, así como en lo ambiental, garantizando que el carbono secuestrado será el planificado. **Dependerá del tiempo que Andes Petroleum Ltd continúe desarrollando sus operaciones en el Ecuador.**

De la investigación realizada se determinó que existen organizaciones que promueven las actividades de reforestación en el Ecuador bajo la metodología MDL, sin embargo son proyectos a largo plazo y estas organizaciones conservan la mayoría de los derechos sobre los certificados de reducción de emisiones (CER ϕ).

Considerando lo expuesto anteriormente, la implementación del proyecto estaría sujeto al tiempo de permanencia de Andes Petroleum Ltd en el país. Adicionalmente no se generarían considerables ingresos económicos a la Compañía por concepto de la venta de CER ϕ , que representa uno de los valores agregados de la metodología MDL. Por lo tanto las actividades de reforestación se podrían realizar sin necesidad de que estén enmarcadas bajo la metodología MDL.

uso de fuentes de energías renovables.

La aplicación de energías renovables¹⁶ (eólica, solar, biomasa o geotérmica) enfrentan barreras de orden técnico y financiero. Las tecnologías que implementan estos tipos de energía no han tenido difusión en el país, por lo tanto no se ha generado una experiencia nacional real en relación con este tipo de opciones. Por otro lado, al tratarse de tecnologías todavía en una fase piloto de desarrollo ó a un nivel nacional ó cualquier inversionista asigna un mayor riesgo a este tipo de inversiones lo cual limita las posibilidades de acceso a financiamiento para su desarrollo.

Adicionalmente, en Ecuador no existe información detallada y consolidada sobre el potencial de recursos energéticos renovables con los que cuenta el país. No se dispone de atlas eólicos, solares o geotérmicos necesarios para identificar áreas viables para el desarrollo de este tipo de proyectos.

4. Captación de CO₂ en los sistemas de generación eléctrica.

La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono (CO₂) constituyen un proceso que consiste en la separación del CO₂ emitido, su transporte a un lugar de almacenamiento y su aislamiento de la atmósfera a largo plazo.

Existen diferentes tipos de sistemas de captación de CO₂: posterior a la combustión, previo a la combustión y combustión de oxígeno-gas. La concentración de CO₂ en el flujo de gas, la presión del flujo de gas y el tipo de combustible (sólido o gaseoso) son factores importantes para la selección del sistema de captación¹⁷.

A nivel mundial los proyectos para captar CO₂ provenientes de los sistemas de generación eléctrica aun no se encuentran en una etapa total de desarrollo.

¹⁶ NEIRA, David, VAN DEN BERG, Berend, DE LA TORRE, Francisco. Revisión, asesoría y contribuciones: Jürg Grütter. Contribuciones: Michael Toman, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Marcos Castro, Andrés Hübenthal y Ana María Núñez, (Oficina Ecuatoriana de Promoción del MDL - CORDELIM). El MDL en Ecuador: retos y oportunidades. Un diagnóstico rápido de los avances y perspectivas de la participación de Ecuador en el Mercado de Carbono.

¹⁷ GRUPO INTERGUBERNAMENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO CLIMÁTICO. La captación y el almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen para responsables de políticas y resumen técnico. 2005.

do este tipo de proyectos, pero si existen proyectos aprovechamiento del gas proveniente de la producción de los pozos mediante su utilización como combustible para la generación eléctrica lo que permite desplazar el uso de combustibles fósiles como el diesel disminuyendo las emisiones de GEI.

El sistema de generación eléctrica en el Bloque Tarapoa ya cuenta con unidades que utilizan gas como combustible principal y diesel para situaciones de contingencia. Este sistema fue implementado debido a la necesidad de generar una mayor cantidad de energía eléctrica debido al incremento en las operaciones de explotación de hidrocarburos, aprovechando el gas en solución producido en el Bloque como principal combustible, evitando la quema del mismo.

Por lo tanto ya se cuenta con la infraestructura para este tipo de alternativa de mitigación de emisiones de GEI. Es primordial el uso óptimo del gas, minimizando en la medida de lo posible el uso de combustibles fósiles en el sistema de generación eléctrica.

5. Reducción de GEI distintos al CO₂.

Del análisis realizado en este estudio se determinó que del total de emisiones de GEI generadas por las operaciones de Andes Petroleum Ltd para el año 2006, el 0.46% corresponde al gas metano (CH₄) y el 0.36% al óxido nitroso (N₂O), lo cual constituyen valores muy bajos con una incidencia marginal al volumen total de emisiones de GEI. Por esta razón es más conveniente que se consideren las alternativas que mitiguen el impacto causado por el dióxido de carbono (CO₂).

En base a lo expuesto anteriormente se definió como proyecto más viable de ejecutarse el secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica (Reforestación).

5.3.3 Estudio de prefactibilidad

En el área del Bloque Tarapoa existen áreas de terrenos que se pueden destinar a la actividad de reforestación. A continuación se realiza un detalle del uso del suelo y la cobertura vegetal en el Bloque.

Un 62.8 % corresponde a bosque inundable (Moretal) el cual no ha sido intervenido este se encuentra al sur y al este de bloque principalmente en el área de amortiguamiento de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno. La presión sobre el moretal se evidencia por la tala por parte de los colonos del área para incorporarla para pastos y cultivos pese a las condiciones pantanosas de esta área. El bosque maduro de tierra firme representa el 15.69 % este se localiza fuera del Bloque Tarapoa al Sur-oeste sin embargo se lo considera dentro de una de las cuencas a ser afectadas por una eventual contingencia.

El 21.6 % restantes corresponden a áreas intervenidas en las cuales se encuentran pastos, cultivos, áreas desbrozadas, centros poblados y áreas ocupadas por la industria petrolera. Cabe indicar que del total de áreas intervenidas únicamente el 0.4% corresponde a la actividad petrolera.

| USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL ÁREA DE INFLUENCIA DEL BLOQUE TARAPOA | | |
|--|------------------------|----------------------|
| TIPO DE USO DEL SUELO | SUPERFICIE (Ha) | PARTICIPACIÓN |
| Asociación cultivos, pasto, bosque | 5,728.4 | 12.85% |
| Cultivos | 541.9 | 1.22% |
| Pasto | 2,774.3 | 6.22% |
| Suelo desnudo | 13.7 | 0.03% |
| Subtotal actividades agropecuarias | 9,058.3 | 20.32% |
| Bosque tierra firme | 6,935.0 | 15.56% |
| Bosque Inundable | 27,997.6 | 62.81% |
| Subtotal vegetación natural | 34,932.6 | 78.37% |
| Cuerpo de agua | 9.6 | 0.02% |
| Ríos | 14.1 | 0.03% |
| Subtotal red hídrica | 23.7 | 0.05% |
| Vías | 240.1 | 0.54% |
| Zona Industrial | 175.0 | 0.39% |
| Zona Urbana | 145.8 | 0.33% |
| Subtotal infraestructura | 560.9 | 1.26% |
| TOTAL | 44,575.5 | 100.00% |

Tabla 12. Uso del suelo y cobertura vegetal en el Bloque Tarapoa.

Tecnología

Para la alternativa de reforestación, los insumos y servicios son de fácil obtención, considerando que es una práctica que se ha desarrollado cada vez más, principalmente en los últimos años.

En la actualidad, existen organizaciones en el país que comercializan el insumo básico (semillas) y cuentan con viveros con diversas variedades de especies según sea el objetivo o la región en donde se realizarán las plantaciones. Adicionalmente, hay la disponibilidad de personal capacitado para dar asesoría técnica y mantenimiento para las diversas etapas que el proyecto involucre.

Costos¹⁸

Los costos para el establecimiento de las plantaciones estarán sujetos al tipo y a la cantidad de árboles a ser sembrados. Entre los rubros que se consideran se encuentran los siguientes:

- Preparación del Terreno
- Plantación y replante
- Mantenimiento
- Administración, asistencia técnica y supervisión

Para las especies Laurel y Pachaco que serían opciones propuestas para el proyecto, los costos varían entre \$981 ó 625 plantas / Ha y \$1299 ó 1100 plantas / Ha aproximadamente.

Marco Legal

El Gobierno Nacional, está dando mayores incentivos y apertura a las actividades forestales y agroforestales, lo cual se ha visto reflejado en la Ley Forestal en el Ecuador.

¹⁸ ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>

A continuación se realizará el estudio de factibilidad de la alternativa recomendada.

Área Disponible¹⁹

El área correspondiente a los suelos degradados o sin cobertura vegetal en el Bloque Tarapoa no es muy extensa, debido a que por las características climatológicas, los suelos desnudos son inmediatamente cubiertos por vegetación pionera. Las áreas de suelos degradados por procesos erosivos también son muy pocos debido a que es una zona prácticamente plana y cubierta por vegetación. Sin embargo, se encuentran suelos agotados o cansados por prácticas agropecuarias intensivas.

Adicionalmente Andes Petroleum Ltd posee propiedades compradas o para su manejo, entre las que se encuentran fincas, derechos de vía, lotes, zona de seguridad industrial, las cuales podrían ser utilizadas para el proyecto.

En la siguiente tabla se detallan todas las tierras compradas o manejadas por la Compañía con su respectivo uso y cobertura vegetal y sus respectivas superficies:

| USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL | SUPERFICIE (Has) | PARTICIPACIÓN |
|---------------------------------------|------------------|---------------|
| Asociación cultivos, pastos y bosques | 306.5 | 14.8% |
| Cultivos | 8.7 | 0.4% |
| Pastos | 237.2 | 11.4% |
| Suelo desnudo | 8.8 | 0.4% |
| Subtotal | 561.2 | 27.1% |
| Bosque de tierra firme | 229.1 | 11.1% |
| Bosque inundable | 1,197.6 | 57.8% |
| Cuerpo de agua | 7.0 | 0.3% |
| Ríos | 0.0 | 0.0% |
| Vías | 72.7 | 3.5% |
| Zona urbana | 5.6 | 0.3% |
| Subtotal | 1,512.0 | 72.9% |
| TOTAL | 2,073.2 | 100.0% |

Tabla 13. Uso del suelo y cobertura vegetal en las tierras compradas y manejadas por Andes Petroleum Ltd en el Bloque Tarapoa.

¹⁹ Fuente: Andes Petroleum Ltd.

ros, pastos y suelos desnudos) representan 561.2 ha de reforestación. El segundo grupo son áreas con vegetación natural, agua e infraestructura que no podrían ser usadas para reforestación por razones obvias.

En el anexo 2 se presenta el mapa del uso del suelo y cobertura vegetal de las propiedades compradas y manejadas por Andes Petroleum Ltd.

Tecnología

Como se mencionó anteriormente, la práctica de la reforestación se está implementando cada vez en mayor escala en nuestro país, lo cual ha generado el establecimiento de organizaciones que se dedican a la comercialización de diferentes tipos de especies (semillas, plantas) y al desarrollo de programas que incluyen asesoría técnica, mantenimiento y planes de financiamiento para este tipo de actividades.

Entre estas organizaciones se encuentran las siguientes:

- Corporación de Manejo Forestal Sustentable (Comafors)
- Corporación de Desarrollo Forestal del Ecuador (Cormadera)
- Servicio Forestal Amazónico
- Programa FACE de Forestación, PROFAFOR del Ecuador S.A
- Corporación ECOPAR
- Asociación Ecuatoriana de Industriales de la Madera (AIMA).

Costos²⁰

A continuación se indica un estimado de costos para la implementación de plantaciones de Laurel o Pachaco que son las especies que se considerarán para el proyecto.

²⁰ ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>

DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE ACIONES FORESTALES

LAUREL

| | | |
|---------------|--|--------------------|
| SISTEMA | Rodal de producción (Para 1 ha.) | |
| REGIÓN | Costa y Amazonía | |
| ESPECIE | Cordia alliodora | |
| DENSIDAD | 625 plantas / ha | 1.100 plantas / ha |
| ESPACIAMIENTO | 4 X 4 m | 3 x 3 m |
| OBJETIVO | Producción de madera para desenrollo y aserrio | |
| TURNOS | 18 a 20 años | |

| ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN | COSTO | COSTO |
|---|---------------|-----------------|
| | 625 pl / ha | 1.100 pl / ha |
| Preparación del Terreno: | | |
| Manga (jornal con motosierra), Socola, Señalamiento (valizada) y Hoyado | 149,74 | 170,30 |
| Plantación y Replante: | | |
| Plantas, Transporte, Plantación y Replante (15%) | 257,26 | 449,77 |
| Mantenimiento hasta 1 año de edad: | | |
| Limpieza de Corona, Manga, Chapia | 164,48 | 185,04 |
| SUBTOTAL AÑO 1 | 571,48 | 805,11 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 114,30 | 161,02 |
| TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1 | 685,78 | 966,13 |
| Mantenimiento hasta 2do. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 164,48 | 185,04 |
| Mantenimiento hasta 3er. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 82,24 | 92,52 |
| SUBTOTAL AÑOS 2 Y 3 | 246,72 | 277,56 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20 %) | 49,34 | 55,51 |
| TOTAL MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN AÑOS 2 y 3 | 296,06 | 333,07 |
| GRAN TOTAL GENERAL | 981,84 | 1.299,20 |

PACHACO

| | | |
|---------------|--|--------------------|
| SISTEMA | Rodal de producción (Para 1 ha.) | |
| REGIÓN | Costa y Amazonía | |
| ESPECIE | Schizolobium parahybum | |
| DENSIDAD | 625 plantas / ha | 1.100 plantas / ha |
| ESPACIAMIENTO | 4 x 4 m | 3 x 3 m |
| OBJETIVO | Producción de madera para desenrollo y aserrio | |
| TURNOS | 18 - 20 años | |

| ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN | COSTO | COSTO |
|---|---------------|-----------------|
| | 625 pl / ha | 1.100 pl / ha |
| Preparación del Terreno: | | |
| Manga (jornal con motosierra), Socola, Señalamiento (valizada) y Hoyado | 149,74 | 170,30 |
| Plantación y Replante: | | |
| Plantas, Transporte, Plantación y Replante (15%) | 257,26 | 449,77 |
| Mantenimiento hasta 1 año de edad: | | |
| Limpieza de Corona, Manga, Chapia | 164,48 | 185,04 |
| SUBTOTAL AÑO 1 | 571,48 | 805,11 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 114,30 | 161,02 |
| TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1 | 685,78 | 966,13 |
| Mantenimiento hasta 2do. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 164,48 | 185,04 |
| Mantenimiento hasta 3er. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 82,24 | 92,52 |
| SUBTOTAL AÑOS 2 Y 3 | 246,72 | 277,56 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20 %) | 49,34 | 55,51 |
| TOTAL MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN AÑOS 2 y 3 | 296,06 | 333,07 |
| GRAN TOTAL GENERAL | 981,84 | 1.299,20 |

Para la fase de inversión del proyecto se han considerado las siguientes sub-fases:

- Diseño del proyecto
- Costo y financiamiento
- Beneficios del proyecto

5.4.1 Diseño del proyecto

A. Nombre del proyecto

Plan de Reforestación en áreas del Bloque Tarapoa para la captación de CO₂ a través del proceso de fijación biológica.

B. Descripción del proyecto

La actividad de reforestación propuesta será implementada en el Bloque Tarapoa, Provincia de Sucumbíos, Cantón Cuyabeno, Parroquia Tarapoa de la Región Amazónica del Ecuador.

Objetivo general.

Mitigar el impacto ambiental causado por las emisiones de GEI generadas por las operaciones de explotación de hidrocarburos.

Objetivos específicos.

- Fijar CO₂ a través del proceso de fijación biológica.
- Mejorar y/o estabilizar las condiciones del suelo.
- Contribuir al desarrollo sustentable.
- Cumplir con los estándares de calidad y competitividad de Andes Petroleum Ltd.

El área potencial donde se realizará las actividades de reforestación es de $\pm 3,000$ Ha. Este proyecto consistirá en la plantación de especies nativas características de la

a, las cuales ayudarán a obtener los objetivos

Las especies a considerarse para la implementación del proyecto son: el laurel (especie: cordia alliodora, familia: boraginaceae) y el pachaco (especie: schizolobium parahybum, familia: caesalpinaceae). Las fichas técnicas²¹ de estas especies están incluidas en los anexos 3 y 4.

C. Localización del proyecto y condiciones ambientales del área

C.1. Localización de las actividades del proyecto.

Las actividades de reforestación se realizarán en el Bloque Tarapoa, en el nororiente ecuatoriano, en la parroquia Tarapoa del cantón Cuyabeno, de la provincia de Sucumbíos, a una altura media de 250 msnm. Posee un clima cálido húmedo tropical con temperaturas medias alrededor de los 25-27 °C y precipitaciones anuales superiores a los 3000 mm.

El Bloque Tarapoa se puede dividir en dos áreas; la primera que corresponde al área que se encuentra dentro de la Reserva de Producción Faunística Cuyabeno y la segunda que corresponde al área donde se concentra la actividad hidrocarburífera.

El área de análisis toma como referencia la zona de influencia de actividades de la industria petrolera en el Bloque Tarapoa.

El área del Bloque Tarapoa si bien es un área bastante intervenida tanto por las actividades petroleras a lo largo de 30 años de explotación así como de procesos de colonización se considera como ambientalmente sensible.

²¹ ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>

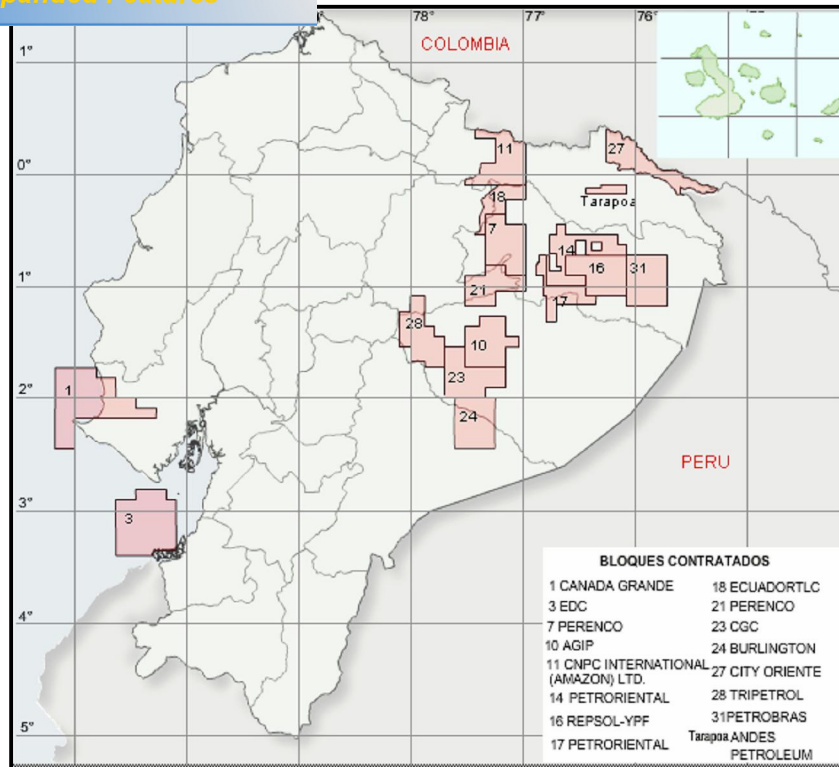


Fig. 15 Mapa de Localización del Bloque Tarapoa en la Región Amazónica del Ecuador²².

C.2. Descripción de las condiciones ambientales del área²³.

C.2.1. Componente Físico

C.2.1.1 Geología

Unidades Geológicas.

En el área de influencia del proyecto, se identifican las formaciones Curaray, Chambira y Mera; de manera subordinada Depósitos Aluviales recientes, relacionados con los ríos de mayor tamaño y por lo tanto restringidos a sus lechos mayor y menor, y en las zonas permanentemente inundables se encuentran Depósitos Palustres.

²² PETROECUADOR, Mapas. <http://www.petroecuador.com.ec/mapas/catastral/Catastral.htm>

²³ Fuente: Andes Petroleum Ltd

Los estudios geológicos que se han desarrollado en la cuenca amazónica, orientados a conocer las estructuras geológicas del sub-andino y las estructuras sismogénicas, han permitido establecer específicamente que en el área del proyecto no existen fallas activas que puedan originar sismos locales y superficiales.

Las estructuras sismogénicas más próximas se encuentran al pie del sub-andino y corresponden al sistema de fallas transcurrentes denominadas Chingual y a las fallas de corrimiento y retrocorrimiento asociadas que atraviesan las zona Baeza ó Reventador, que van de Payamino a Cascales y que definen las elevaciones que se presentan en el campo Bermejo.

Existe una alta probabilidad de que alguna de estas fallas, generen un sismo importante que pueda ser sentido en el Bloque Tarapoa; sin embargo se considera que las aceleraciones serían bajas y no se espera que ocurran daños importantes relacionados de manera directa a esta actividad.

Por otro lado, actividad sísmica podría también generarse en la zona de subducción que se ubica a gran profundidad en la región amazónica; en este caso, por tratarse de sismos de gran profundidad, su potencial destructivo sería mínimo o nulo.

C.2.1.2 Geomorfología

Las unidades geomorfológicas identificadas en el área son:

- Terrenos Colinados
- Colinas Remanentes
- Llanura Ondulada o Plana
- Terrazas de inundación
- Cauces

A continuación se describen las características más importantes de cada una de ellas.

El resultado es la formación de una serie de colinas que no han sido afectadas por la migración lateral de la red hidrográfica y que se encuentran hacia el norte, el oeste y noreste del área de estudio y que sirven de límite a las zonas bajas.

Al oeste, las colinas tienen alturas que apenas superan los 300 msnm., con desniveles máximos desde su base de 40 metros.

Hacia el este, las alturas de las colinas disminuye gradualmente, variando entre los 290 y los 220 msnm., con desniveles de hasta 35 metros desde la base a la cima.

Al interior de esta unidad geomorfológica se pueden diferenciar dos subunidades: la formada por colinas con intervalos agudos y las colinas con intervalos planos o cóncavos, mal drenados.

Las colinas con intervalos agudos son las de mayor altura, se caracterizan por ser alargadas, con cimas estrechas y flancos con pendientes que varían del 24 al 32%. Los intervalos entre colinas adyacentes corresponden a depresiones estrechas en las que se ubican cursos de agua de primero y segundo orden, con buenas condiciones de drenaje. Debido a las pendientes, los flancos de estas colinas son también bien drenados.

Las colinas con intervalos planos o cóncavos mal drenados, son redondeadas, presentan un mayor grado de disección que las colinas con intervalos agudos, sus cimas son planas o convexas, tienen menores alturas, los flancos tienen pendientes que fluctúan entre el 15 y el 25% y son bien drenados. Los intervalos entre colinas contiguas corresponden a depresiones amplias, con malas condiciones de drenaje, normalmente pantanosas.

La erosión natural en las laderas de esta unidad es baja debido al control ejercido por la densa cobertura vegetal; sin embargo, en las áreas deforestadas se presenta un importante incremento en este proceso, llegándose incluso a la formación de surcos y cárcavas en áreas sin vegetación.

dad y en aquellas en las que la pendiente natural de
se han observado movimientos de terreno, con
superficies de corte curvadas que han afectado a los suelos arcillosos.

Esta sub-unidad puede considerarse como transicional entre las colinas con intervalos agudos y las colinas remanentes.

Colinas Remanentes

Se ubican fundamentalmente al sur de los terrenos colinados, al interior de la planicie baja y ondulada. Corresponden a colinas aisladas o grupos de colinas también aislados, de cimas redondeadas, con flancos de baja pendiente, que son remanentes de los procesos de disección y migración lateral generados por el escurrimiento superficial y la red hidrográfica, respectivamente.

En las colinas, el desnivel desde su base a la cima llega a máximo 15 metros, las laderas son de pequeña longitud y presentan pendientes que van de 8 al 15%.

Las características geométricas descritas permiten un adecuado drenaje, hacen que la erosión natural sea mínima y que las laderas no sean susceptibles a los movimientos de terreno.

Llanura Ondulada o Plana

Es el resultado de la acción combinada de la erosión laminar, la disección provocada por el escurrimiento superficial concentrado y los cursos de agua pequeños y la migración lateral de los ríos de mayor tamaño, sobre la terraza aluvial antigua de las formaciones Curaray, Chambira y Mera.

Debido a las bajas pendientes el drenaje en esta unidad en general varía de regular a malo sobre todo en el Bloque Tarapoa donde se encuentra grandes pantanos.

Por las bajas pendientes en condiciones naturales, no existe erosión ligada a la escorrentía superficial. Por la misma razón, la susceptibilidad a la erosión de esta unidad

en el campo huellas de erosión laminar en áreas
Por las bajas pendientes la unidad no es susceptible

a los movimientos de terreno.

El proceso geomorfológico que predomina es la socavación vertical y la migración lateral en los cauces en sus cursos medio e inferior, dando como resultado la formación de terrazas de inundación a un nivel inferior.

Terrazas de Inundación

Se han desarrollado a partir de la llanura ondulada o plana por la socavación vertical y la migración lateral del cauce del río Aguarico y de los ríos de menor tamaño, en sus cursos medio e inferior.

Corresponden a franjas irregulares que se ubican a cada lado de los cauces, su superficie es básicamente plana, con una ligera inclinación regional en el sentido del drenaje. Constituye el lecho mayor de los ríos por lo que recibe las aguas de desborde durante las épocas de incremento de caudal.

Al interior de esta unidad, pueden encontrarse pequeñas zonas elevadas que corresponden a restos de la llanura ondulada o plana que no fueron afectados totalmente por la migración lateral de los cauces. Es una zona sujeta a una intensa dinámica pues allí ocurren tanto procesos acumulativos como denudativos.

Durante los desbordamientos, en el caso del río Aguarico, el agua al salir del cauce reduce de manera inmediata su velocidad por lo que deposita los sólidos sedimentables más gruesos que acarrea, dando como resultado la generación de levees o diques naturales; cuando el agua queda estancada termina de depositarse el resto de sólidos sedimentables e inclusive los suspendidos por efecto de floculación. Los materiales sedimentados corresponden fundamentalmente a arenas y limos estratificados (en los bordes) y luego limos y arcillas.

Este proceso acumulativo es menos importante en el resto de ríos debido a su baja capacidad erosiva y el bajo caudal sólido que acarrear. En estos ríos, las terrazas de

naje por lo que constituyen zonas pantanosas o en el arte del año inundadas.

Al interior de esta terraza de inundación, los ríos reajustan sus cauces por medio de erosión lateral, dando como resultado la migración lateral que es el proceso denudativo que predomina.

Cauces

Los ríos del área de influencia (excepto el río Aguarico, Teteye, Dureno, Pacayacu Tarapoa, Tarapuy y Aguas Negras) son unicanal, de configuración meándrica y de baja pendiente longitudinal. Por estas características sus cauces fundamentalmente en su curso medio, no tienen la capacidad de transportar los caudales de crecida, por lo que se originan los desbordamientos que inundan las terrazas aledañas.

El río Aguarico por provenir de los flancos de la cordillera de los Andes, tiene alta carga de sedimentos lo que da origen a barras laterales y longitudinales. Adicionalmente por su configuración meándrica, presenta una importante migración lateral que ha dado como consecuencia el estrangulamiento del meandro que se ubica al sur de Chiritza.

C.2.1.3 Fisiografía y Suelos

Suelos de colinas de nivel medio y nivel bajo.

Encontramos los siguientes perfiles de suelos: A1 (0 ó 13 cm), B (0 ó 52 cm) y C (a profundidad)

Perfil A1.- los horizontes simbolizados por la letra A, constituyen los horizontes en los cuales se verifica el transporte vertical hacia abajo de materiales, la fracción mineral que se moviliza es la arcilla. El A1 se encuentra fuertemente humificado y el humos asociado en gran medida a la fracción mineral.

idos con la letra B, constituyen los horizontes
de los materiales provenientes de los horizontes

superiores del suelo.

Perfil C.- El horizonte C se encuentra constituido por material que no ha sufrido el proceso de pedogénesis, comprende por regla el material originario de la roca madre que se encuentra fuera de la actividad biológica.

Suelos de los pantanos.

Se han formado en las partes bajas en un ambiente de inundación; el relieve es cóncavo y plano. Los suelos representativos son los Tropofibrists hídricos de naturaleza orgánica, y los Inceptisoles Dystropepts acuicos y aéricos.

C.2.1.4 Climatología

A continuación se presenta una breve descripción de los parámetros climáticos más representativos en la zona de interés.

Temperatura

Los valores medios de temperatura oscilan entre 24.6°C y 28.8°C con un promedio anual de 27°C, la variación no es significativa mes a mes, sin embargo los meses que presentan registros inferiores al promedio corresponden a los meses de abril hasta septiembre, los meses restantes presentan temperaturas de 27°C y mayores alcanzando los valores máximos mencionados

Precipitación

Los valores de pluviosidad de la zona comparados con los de otras regiones del Ecuador son elevados, generalmente mayores a 150 mm mensuales. En la distribución al interior del año de las precipitaciones, se observan dos períodos húmedos que corresponden a los meses de marzo a mayo, y entre octubre y noviembre con un pico máximo en este

de diciembre a febrero se presenta el período de menor precipitación, el cual se define como un período seco.

Humedad Relativa

Los porcentajes medios plurianuales de humedad relativa durante el año oscilan entre el 70% hasta el 85%. Los meses con mayor humedad relativa corresponden al período entre mayo y Julio, y los menos húmedos corresponden a Diciembre, Enero y Febrero.

El nivel promedio de este parámetro es de 79%, lo cual indica el alto grado de humedad atmosférica predominante en la zona y es factor clave para la identificación de las zonas de vida y características bióticas y abióticas del área de estudio.

Vientos

La velocidad media del viento se registra entre los 4 y los 15 m/seg, presentando un pico máximo en los meses de Septiembre y Octubre; el resto del año su comportamiento es homogéneo.

C.2.2. Componente Hídrico

El sistema hidrográfico del área está constituido por el río Tarapoa, su afluente principal que es el río Tarapuy, lagunas fluviales y depresiones naturales o artificiales de magnitud variada. Los humedales existentes al interior del Bloque Tarapoa son, en su mayor parte, ólagunas fluviales o áreas de inundación permanente (pantanos o ciénegas) resultantes del balance hídrico positivo, y las bajas pendientes de las cuencas y cauces en los tramos medios y bajos. Estos cuerpos de agua pantanosos se han formado también en dependencia del tipo de suelos, compuestos en alto porcentaje por materiales finos.

Los datos de crecidas indican que la duración de éstas puede ser mayor a 4 días, aspecto que está asociado a la duración de las lluvias, que resultan mayores a 12 horas. Igualmente se aprecia la gran inercia de las cuencas hidrográficas, que se manifiesta a

a lluvia y el de la crecida, expresado en este caso en

Las pendientes y las amplias secciones transversales de los cauces favorecen las bajas velocidades, que casi no exceden los 0.5 m/s aún en crecidas, y altos calados de los ríos.

El coeficiente de escurrimiento volumétrico determinado para las crecidas es menor a 0.5; incluso los coeficientes de escurrimiento son menores a 0.25, lo que demuestra el almacenamiento superficial de las lluvias en los tramos bajos de los cursos de agua y también en los terrenos con muy baja pendiente.

Se aprecian a manera de òpantanos o ciénegasõ, ciertas depresiones naturales o artificiales (algunas posiblemente formadas como consecuencia de la construcción de las vías) con suelo saturado, exceso de humedad e insuficiente escurrimiento superficial. Los humedales de Tarapoa se han formado por la acción de los siguientes factores: exceso de humedad asociado con el tipo de clima de la zona, que presenta una precipitación anual superior a la evaporación real desde el suelo; la relativa uniformidad de la precipitación dentro del año; la baja permeabilidad de los suelos, resultado del alto contenido de arcillas; la baja pendiente del terreno que condiciona el escurrimiento superficial, asociado con velocidades menores de flujo en laderas; la baja pendiente de las laderas que limita el escurrimiento y la escorrentía superficial; factores que determinan una capacidad hidráulica relativamente baja de los ríos de la zona.

C.2.2.1 Red Hidrográfica y Condiciones de Drenaje

En el área de las actividades hidrocarburíferas del Bloque Tarapoa, se identifican los siguientes drenajes principales:

- Río Tarapuy, recibe las aguas que drenan de los campos Fanny, Tarapoa y Dorine. Se forma de la confluencia de los ríos San José y Paz y Bien. Dentro de esta cuenca se localiza gran parte del Bloque Tarapoa.
- Río Tarapoa, recibe las aguas que drenan del área localizada en el extremo noreste del campo; se origina en las cercanías de la población del mismo nombre, parte del

la Laguna de Tarapoa. En la zona del puente que se observa un ensanchamiento del cauce, que forma una serie de pantanos o lagunas, donde las velocidades de flujo son muy reducidas.

- Río Aguas Negras, recibe las aguas de la zona sur del bloque; este río nace al sur oeste del Bloque Tarapoa.

C.2.3 Componente Biótico

C.2.3.1 Cobertura Vegetal

Las coberturas, que se tomaron en consideración, como relevantes y significativas para el análisis son:

1. **Bosque Maduro:** el cual se define como asociación vegetal en la que predominan los árboles y otros vegetales leñosos que después de haber sufrido una tala selectiva, es decir, extraídas las especies comerciales, presentan un grado de sucesión tardía.
2. **Asociación Bosque Secundario / Cultivos:** bosque en el cual se han extraído todas las especies maderables comerciales o no comerciales, estos presentan un alto grado de presencia de vegetación pionera.
3. **Bosque Inundable:** Bosque que por su ubicación cercana a los cuerpos de agua o por situarse en la terraza de inundación de los ríos, está sujeta a inundaciones de carácter estacional o periódicas, lo que le da a este tipo de cobertura características especiales en caso de ocurrir una contingencia asociada al derrame de hidrocarburos.
4. **Asociación Pastos ó Cultivos:** esta variable se caracteriza por la presencia de vegetación destinada al forraje de animales domésticos con asociación de cultivos de autoconsumo de los indígenas o colonos de la zona.
5. **Áreas Intervenidas ó Sin Cobertura Vegetal:** otra variable a ser consideradas en esta sección son las estructuras de origen antrópico directamente relacionadas con la

petrolera, asentamientos humanos o deforestación en los urbanos, la pertinencia de incluir estas variables

en esta sección enseñan el mayor o menor grado de intervención del medio biótico y el nivel de influencia que ejercen las actividades humanas al estado ambiental de cada una de las cuencas y al estado general del subsistema hidrográfico.

Las variables consideradas indican una zona altamente intervenida, en lo concerniente a los aspectos bióticos, que se puede resumir en la siguiente tabla:

| | Presencia de Actividad Humana | Presencia de Animales Domésticos | Presencia de Fauna Silvestre | Calidad de Flora Natural |
|------------------------------------|--------------------------------------|---|-------------------------------------|---------------------------------|
| Bosque maduro | Media | Baja ó nula | Media ó alta | Óptima |
| Bosque secundario - Cultivos | Media-alta | Media ó baja | Media | Recuperación |
| Asociación pastos - Cultivos | Alta | Alta | Baja | Intervenido |
| Bosque inundable | Media | Baja ó nula | Media ó alta | Óptima |
| Áreas Intervenidas ó sin Cobertura | Alta | Media ó alta | Baja | Intervenido |

Tabla 14. Calidad del medio según características de la zona

C.2.3.2 Fauna

En el reino animal existe una alta biodiversidad con baja densidad y representa un importante número de especies pero en un reducido porcentaje de ejemplares. La familia de las aves es el mayor grupo con más de 500 especies registradas; además, se han identificado 53 especies de pájaros hormigueros e insectívoros, a las que se suman varias clases de reptiles, anfibios y mamíferos, entre los cuales, los más representativos son el águila arpía, guatusa, armadillo gigante, anguila eléctrica, boas de agua y de tierra, caimán de anteojos, culebra equis, conga hormiga tropical, chichico, chorongó, delfín de agua dulce, guanta, guacamayos rojo-azul y amarillo-azul, garza grande,

lora real, leoncillo, manatí; los monos lanudo, r; murciélago pescador, nutria gigante, paiche, la

voraz piraña, pecarís de labios blancos y de collar, paujil, tapir o danta, trompetero, perdiz, ranita de vidrio, vieja de río, yarina lagarto y las tortugas terrestres y de agua, grande y pequeña, entre otras, muchas de estas especies se encuentran en peligro de extinción.

C.2.3.3 Flora

El área de estudio pertenece a la clase del Bosque Húmedo Tropical, el ecosistema más complejo del mundo que contiene sectores de tierra firme y de bosque inundado. En este tipo de terreno convive una flora admirablemente diversa con especies vegetales muy sensibles a los cambios del ambiente. En cada hectárea existen más especies de plantas que en cualquier otro sector. Las especies más comunes que se desarrollan son el guarango de tierra, guabo, cedro, canelo, amarillo, maní de árbol, bola de cañón y guarumo, entre otras.

D. Especies Seleccionadas

De acuerdo a los tipos de suelos y condiciones climáticas característicos del Bloque Tarapoa, las especies recomendadas en este trabajo para las actividades de reforestación son: el laurel y el pachaco.

A continuación se mencionan algunas de las características técnicas²⁴ de las especies mencionadas:

Laurel

Especie: *Cordia alliodora*.

Familia: Boraginaceae.

Nombres Comunes: Laurel blanco, Laurel cafetero, Araña caspi, Laurel macho.

²⁴ ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>

para plantaciones forestales de escala industrial.

Fisonomía del Arbol:

- Tronco: es recto y cilíndrico
- Corteza: la corteza externa no es muy fisurada, de color café oscuro, con aletones poco o medianamente rectos de 40m de altura
- Raíz: en buenas condiciones edafáticas desarrolla una raíz principal, profunda y fusiforme.
- Copa: es rala por lo que proyecta poca sombra; es angosta con tendencia a cilíndrica o sub-piramidal.

Ecología y distribución: es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Costa y Amazonía ecuatorianas. Presenta autopoda, aun en condiciones abiertas.

Requerimientos edafoclimáticos: tolera todos los tipos de suelos comprendidos en bosque húmedo tropical, pero para un mejor crecimiento requiere de suelos profundos, franco arenosos y franco arcillosos, moderadamente bien drenados, preferentemente de origen aluvial y ricos en materia orgánica.

Condiciones Climáticas Optimas:

- Temperatura °C: 23 - 25
- Precipitación mm: 2000 ó 5000
- Rango altitudinal msnm: 50 ó 500

Factores limitantes para el crecimiento: no se recomienda plantarlo en asocio con pastos, debido al pisoteo del ganado.

Pachaco

Especie: Schizolobium parahybum.

Familia: Caesalpinaceae.

Nombres Comunes: Pachaco, Pashaco, Masachi, Serebó, Sombrerillo, Tambor

especie nativa de la Amazonía ecuatoriana, se tienen establecimientos de plantaciones puras y sistemas agroforestales ubicados en la región Litoral.

Fisonomía del Arbol:

- Arbol: frecuentemente alcanza alturas mayores a 30m.
- Tronco: bien formado, recto y cilíndrico, con un diámetro de alrededor de 1m.
- Corteza: es lenticelada, gris blanquecina y de textura lisa.
- Copa: es grande cuando el árbol crece aislados con buenas condiciones de sitio; y estrecho cuando hay limitaciones de suelos y de clima.

Ecología y distribución: esta especie crece de manera natural en el bosque húmedo y muy húmedo tropical de la Región Amazónica ecuatoriana.

Requerimientos edafoclimáticos: necesita suelos ricos, aluviales y lateríticos pobres

Condiciones Climáticas Optimas:

- Temperatura °C: 22 - 27
- Precipitación mm: 1200 ó 2500
- Rango altitudinal msnm: 150 ó 1500

Factores limitantes para el crecimiento: no soporta la sombra, poco resistente al ataque de hongos y termitas.

E. Actividades del Proyecto

Prácticas de Vivero

Laurel. Es muy importante hacer coincidir la zona de vida con la de procedencia de la semilla, que dio origen a las plántulas.

Pachaco. La semilla (variedad-Pachaco) requiere un tratamiento pre-germinativo, puede ser escarificada con lija gruesa en el extremo donde se localiza el embrión y luego se realiza una inmersión en agua fría durante la noche, o en agua hirviendo durante unos 5 minutos. La escarificación se practica conseguir germinación homogénea.

Laurel. Las plantaciones pasan por el proceso de limpieza, subsolado, arado y rastrado previo al hoyado y surcado. La densidad de la plantación será de 1,100 árboles por hectárea, a una distancia de siembra de 3 m x 3 m.

Pachaco. Se corta el rastrojo o pastizales (motosierra y machate) hasta dejarlo en un nivel de 20 a 25 centímetros. Se aplica herbicida a toda la superficie del terreno para evitar la competencia de las plántulas. Se usan varios productos como Glifosato, Amina, Coloso y Tordón, de cuatro a seis litros por hectárea, las veces que sean necesarias durante los primeros 12 a 14 meses. Luego se efectúa el señalamiento para ubicar los hoyos y posteriormente abrirlos. Estas labores deben efectuarse unos 2 meses antes de la plantación para meteorizar el suelo. La densidad de la plantación será de 1,100 árboles por hectárea, a una distancia de siembra de 3 m x 3 m.

Crecimiento y Manejo de la Plantación²⁵⁻²⁶

Poda de formación de copa.- A partir de que la plantación tenga un año, se debe realizar la poda de las ramas bajas, con la finalidad de ir formando una copa uniforme y un fuste más limpio. La primera poda de la copa del árbol se la realizará a los seis años.

Control de maleza.- Hasta los tres primeros años, se deben realizar la limpieza de la maleza, para evitar su proliferación y de esta manera no existirá competencia por los nutrientes, y los árboles aprovecharán los mismos para su mejor desarrollo. Otra práctica a efectuarse es el coronamiento, que consiste en eliminar malezas alrededor de la base de los árboles en un radio de aproximadamente un metro, la manera más adecuada es en forma mecánica, ya que el uso muy frecuente de herbicidas ocasiona daños al suelo, principalmente lo vuelve más compacto y dificulta la asimilación de nutrientes.

²⁵ BRAVO, Juan, Corporación de Profesionales Agropecuarios del Guayas (CORPAG). Seminario Taller de Manejo de Recursos Forestales, Establecimiento y manejo de plantaciones forestales.

²⁶ RAMIREZ, Walter, Manejo de sistemas agroforestales.

tipo se tiene que realizar una entresaca o raleo, esto
aciamiento a los árboles para su mejor crecimiento,
especialmente en cuanto al diámetro.

Fertilización.- En suelos con baja fertilidad es conveniente proporcionarles algún tipo de abono a fin de suministrar elementos nutricionales y puedan ser absorbidos por los cultivos. Tradicionalmente se ha venido utilizando abonos químicos en base de N-P-K (nitrógeno, fósforo y potasio), elementos fundamentales para el desarrollo de los cultivos.

El manejo de las plantaciones de Laurel y Pachaco se detallan a continuación:

Laurel. Los raleos se deben realizar de acuerdo al desarrollo de la masa. El primer raleo se realizará a los 10 años (serán removidos el 50% de los árboles) y el segundo raleo a los 15 años (serán removidos el 50% de los árboles restantes del primer raleo).

Pachaco. Durante los primeros 2 o 3 años se requieren limpiezas continuas de manga, y corona. Es una especie de crecimiento rápido, ya que puede alcanzar una altura media de 20 m y un diámetro de 24 cm, en un período de 10 años. Puede producir un volumen total de 300 a 450 m³ por Ha al final del turno que es de 15 a 20 años, según la calidad del sitio. Probablemente es una de las especies más fáciles de manejar, debido a su alta capacidad de regeneración, a su alta tasa de crecimiento y a su poca susceptibilidad a la infección de bejucos. La especie presenta una buena poda natural de hojas.

Monitoreo

El monitoreo de las plantaciones y de los stocks de carbono se los realizará cada 5 años, de acuerdo a la metodología de monitoreo (que se mencionará más adelante). Además se monitoreará la prevención de plagas y enfermedades.

F. Duración de las actividades del proyecto

La duración del proyecto es de 18 años que es el tiempo de desarrollo fisiológico (tiempo de turno) correspondiente a las especies Laurel y Pachaco, luego del cual la

minuirá considerablemente. Sin embargo el tiempo
to al tiempo de permanencia de Andes Petroleum

Ltd en el Bloque Tarapoa.

Para fines del planteamiento del proyecto se considerará 18 años de duración del mismo.

Fecha de inicio del proyecto: Marzo / 2008

Fecha de finalización del proyecto: Marzo / 2026

| Actividades | 2008 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Preparación del Terreno | | | | | | | | | | | | |
| Señalamiento y hoyado | | | | | | | | | | | | |
| Transplante | | | | | | | | | | | | |
| Control de maleza | | | | | | | | | | | | |
| Fertilización | | | | | | | | | | | | |
| Raleos y podas | | | | | | | | | | | | |
| Asistencia técnica y seguimiento | | | | | | | | | | | | |

| Actividades | 2009 | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| | Ene | Feb | Mar | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic |
| Preparación del Terreno | | | | | | | | | | | | |
| Señalamiento y hoyado | | | | | | | | | | | | |
| Transplante | | | | | | | | | | | | |
| Control de maleza | | | | | | | | | | | | |
| Fertilización | | | | | | | | | | | | |
| Raleos y podas | | | | | | | | | | | | |
| Asistencia técnica y seguimiento | | | | | | | | | | | | |

| | 2010 | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|--|--|--|--|
| | Abr | May | Jun | Jul | Ago | Sep | Oct | Nov | Dic | | | | |
| Preparación del Terreno | | | | | | | | | | | | | |
| Señalamiento y hoyado | | | | | | | | | | | | | |
| Transplante | | | | | | | | | | | | | |
| Control de maleza | | | | | | | | | | | | | |
| Fertilización | | | | | | | | | | | | | |
| Raleos y podas | | | | | | | | | | | | | |
| Asistencia técnica y seguimiento | | | | | | | | | | | | | |

| Actividades | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Preparación del Terreno | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Señalamiento y hoyado | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Transplante | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Control de maleza | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Fertilización | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raleos y podas | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Monitoreos | | | | | | | | | | | | | | | | |

G. Línea Base

De los valores de producción de petróleo y emisiones de CO₂ obtenidos para el período 2002-2007, se obtuvo una proyección de emisiones de CO₂ para el período 2008-2026, la cual será considerada como la línea base del proyecto.

Los valores del período 2002-2007, se presentan en la tabla 15

| Indicadores | 2002 | 2003 | 2004 | 2005 | 2006 | 2007 |
|--|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Barriles de Petróleo | 13,998,606.00 | 15,916,718.00 | 21,552,723.00 | 19,873,392.00 | 21,536,000.00 | 24,248,584.00 |
| CO ₂ e/Barriles | 0.00545403 | 0.00545403 | 0.00545403 | 0.00545403 | 0.00564237 | 0.00526568 |
| Total de Emisiones (Ton CO ₂ e) | 76,349 | 86,810 | 117,549 | 108,390 | 121,514 | 127,685 |

TABLA 15. Total de emisiones de CO₂ producidos en el período 2002-2007.

ón de petróleo y emisiones de CO₂, se indican en la

| AÑO | INDICADORES | | |
|------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| | Barriles de Petróleo (Bbls) | Ton CO ₂ e/Barriles | Total de Emisiones (Ton CO ₂ e) |
| 2008 | 26,163,844.33 | 0.00545403 | 142,698.39 |
| 2009 | 28,061,798.76 | 0.00545403 | 153,049.89 |
| 2010 | 29,959,753.19 | 0.00545403 | 163,401.39 |
| 2011 | 31,857,707.62 | 0.00545403 | 173,752.89 |
| 2012 | 33,755,662.05 | 0.00545403 | 184,104.39 |
| 2013 | 35,653,616.48 | 0.00545403 | 194,455.89 |
| 2014 | 37,551,570.90 | 0.00545403 | 204,807.39 |
| 2015 | 39,449,525.33 | 0.00545403 | 215,158.89 |
| 2016 | 41,347,479.76 | 0.00545403 | 225,510.40 |
| 2017 | 43,245,434.19 | 0.00545403 | 235,861.90 |
| 2018 | 45,143,388.62 | 0.00545403 | 246,213.40 |
| 2019 | 47,041,343.05 | 0.00545403 | 256,564.90 |
| 2020 | 48,939,297.48 | 0.00545403 | 266,916.40 |
| 2021 | 50,837,251.90 | 0.00545403 | 277,267.90 |
| 2022 | 52,735,206.33 | 0.00545403 | 287,619.40 |
| 2023 | 54,633,160.76 | 0.00545403 | 297,970.90 |
| 2024 | 56,531,115.19 | 0.00545403 | 308,322.40 |
| 2025 | 58,429,069.62 | 0.00545403 | 318,673.90 |
| 2026 | 60,327,024.05 | 0.00545403 | 329,025.40 |
| | | | 4,481,376.01 |

Tabla 16. Proyección de las emisiones de CO₂ para el período 2008-2026

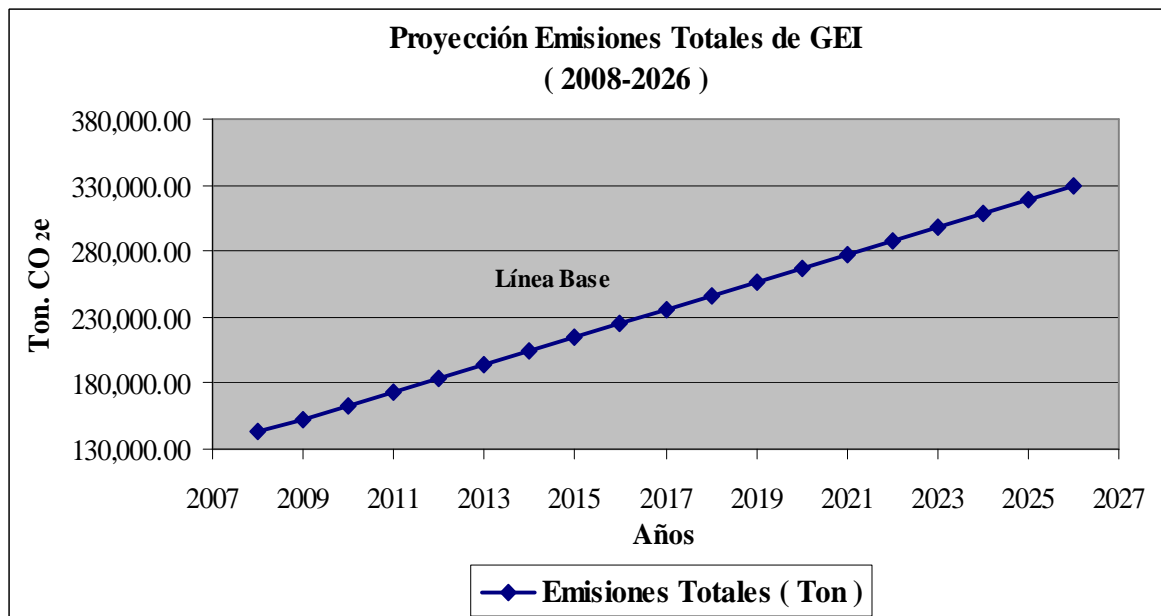


Fig. 16 Proyección de las emisiones de CO₂ para el período 2008-2026

O₂ secuestrado.

Para la estimación de la cantidad de remociones de CO₂ por medio de la fijación biológica por sumideros, se han considerado 2 escenarios:

1. Plantación 100% Laurel
2. Plantación 100% Pachaco

La metodología utilizada para el cálculo de las estimaciones fue la siguiente:

- Se consideró la acción para captar CO₂ de las plantaciones desde el año 2012.
- El área disponible para reforestar es de 561 Ha, como se mencionó en el estudio de factibilidad.
- La densidad de las plantaciones es de 1100 árboles/Ha.
- Se consideraron los raleos en los años 2018 y 2023 con una disminución en la cantidad de los árboles de 50% y 50% respectivamente.
- Se utilizaron valores de IMA²⁷ según la especie de árbol analizado.
- Se asumió que la cantidad de carbono correspondiente de la biomasa total equivale al 50% de la misma.
- Se asumió que a cada Kg de carbono corresponde 3.66 Kg de CO₂ (Relación entre sus pesos moleculares ó 44/12).

²⁷ FERNANDEZ, Mirian., Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD Ministerio del Ambiente Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático Fase II, Factores de emisión en el sector cambio del uso del suelo y silvicultura. Quito, Ecuador, Noviembre 2000

lo 100% Plantación de Laurel)

LAUREL

| AÑO | No Has | Arboles/ Has | Total Arboles | IMA* (m ³ /Arbol) | Incremento Anual de Volumen Total (m ³) | Densidad del Laurel (Kg/m ³) | Incremento Anual Biomasa (Kg) | Cantidad de Carbono (Kg) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Kg) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Ton) |
|------|--------|--------------|---------------|------------------------------|---|--|-------------------------------|--------------------------|--|---|
| 2008 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2009 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2010 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2011 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2012 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2013 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2014 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2015 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2016 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2017 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.0433935 | 26,787.68 | 500 | 13,393,838 | 6,696,919 | 24,510,724 | 24,511 |
| 2018 | 561 | 550 | 308,660 | 0.0433935 | 13,393.84 | 500 | 6,696,919 | 3,348,460 | 12,255,362 | 12,255 |
| 2019 | 561 | 550 | 308,660 | 0.0433935 | 13,393.84 | 500 | 6,696,919 | 3,348,460 | 12,255,362 | 12,255 |
| 2020 | 561 | 550 | 308,660 | 0.0433935 | 13,393.84 | 500 | 6,696,919 | 3,348,460 | 12,255,362 | 12,255 |
| 2021 | 561 | 550 | 308,660 | 0.0433935 | 13,393.84 | 500 | 6,696,919 | 3,348,460 | 12,255,362 | 12,255 |
| 2022 | 561 | 550 | 308,660 | 0.0433935 | 13,393.84 | 500 | 6,696,919 | 3,348,460 | 12,255,362 | 12,255 |
| 2023 | 561 | 275 | 154,330 | 0.0433935 | 6,696.92 | 500 | 3,348,460 | 1,674,230 | 6,127,681 | 6,128 |
| 2024 | 561 | 275 | 154,330 | 0.0433935 | 6,696.92 | 500 | 3,348,460 | 1,674,230 | 6,127,681 | 6,128 |
| 2025 | 561 | 275 | 154,330 | 0.0433935 | 6,696.92 | 500 | 3,348,460 | 1,674,230 | 6,127,681 | 6,128 |
| 2026 | 561 | 275 | 154,330 | 0.0433935 | 6,696.92 | 500 | 3,348,460 | 1,674,230 | 6,127,681 | 6,128 |

* IMA: Incremento Medio Anual

TOTAL 232,852

Tabla 17. Estimación de la cantidad de CO₂ secuestrada con la plantación de Laurel.

Segundo Escenario (Considerando 100% Plantación de Pachaco).

PACHACO

| AÑO | No Has | Arboles/ Has | Total Arboles | IMA* (m ³ /Arbol) | Incremento Anual de Volumen Total (m ³) | Densidad del Pachaco (Kg/m ³) | Incremento Anual Biomasa (Kg) | Cantidad de Carbono (Kg) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Kg) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Ton) |
|------|--------|--------------|---------------|------------------------------|---|---|-------------------------------|--------------------------|--|---|
| 2008 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2009 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2010 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2011 | 561 | 1100 | 617,320 | | | | | | | |
| 2012 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2013 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2014 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2015 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2016 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2017 | 561 | 1100 | 617,320 | 0.063584 | 39,251.67 | 440 | 17,270,737 | 8,635,368 | 31,605,449 | 31,605 |
| 2018 | 561 | 550 | 308,660 | 0.063584 | 19,625.84 | 440 | 8,635,368 | 4,317,684 | 15,802,724 | 15,803 |
| 2019 | 561 | 550 | 308,660 | 0.063584 | 19,625.84 | 440 | 8,635,368 | 4,317,684 | 15,802,724 | 15,803 |
| 2020 | 561 | 550 | 308,660 | 0.063584 | 19,625.84 | 440 | 8,635,368 | 4,317,684 | 15,802,724 | 15,803 |
| 2021 | 561 | 550 | 308,660 | 0.063584 | 19,625.84 | 440 | 8,635,368 | 4,317,684 | 15,802,724 | 15,803 |
| 2022 | 561 | 550 | 308,660 | 0.063584 | 19,625.84 | 440 | 8,635,368 | 4,317,684 | 15,802,724 | 15,803 |
| 2023 | 561 | 275 | 154,330 | 0.063584 | 9,812.92 | 440 | 4,317,684 | 2,158,842 | 7,901,362 | 7,901 |
| 2024 | 561 | 275 | 154,330 | 0.063584 | 9,812.92 | 440 | 4,317,684 | 2,158,842 | 7,901,362 | 7,901 |
| 2025 | 561 | 275 | 154,330 | 0.063584 | 9,812.92 | 440 | 4,317,684 | 2,158,842 | 7,901,362 | 7,901 |
| 2026 | 561 | 275 | 154,330 | 0.063584 | 9,812.92 | 440 | 4,317,684 | 2,158,842 | 7,901,362 | 7,901 |

* IMA: Incremento Medio Anual

TOTAL 300,252

Tabla 18. Estimación de la cantidad de CO₂ secuestrada con la plantación de Pachaco.

Los costos referenciales²⁸⁻²⁹ para el establecimiento y manejo de las plantaciones de Laurel y/o Pachaco se detallan a continuación:

| AÑO | ACTIVIDAD | COSTO (USD / Ha) | |
|---------------|--|--------------------|-------------------|
| | | 625 Plantas / Ha | 1100 Plantas / Ha |
| 1 | Preparación del terreno. | 149.74 | 170.30 |
| 1 | Plantación y replante | 257.26 | 449.77 |
| 1 | Mantenimiento | 164.48 | 185.04 |
| 1 | Administración, asistencia técnica y supervisión | 114.30 | 161.02 |
| 2 | Mantenimiento | 164.48 | 185.04 |
| 2 | Administración, asistencia técnica y supervisión | 24.67 | 27.76 |
| 3 | Mantenimiento | 82.24 | 92.52 |
| 3 | Administración, asistencia técnica y supervisión | 24.67 | 27.76 |
| 5 | Poda | 8.00 | 8.00 |
| 10 | Raleo | 30.00 | 30.00 |
| 15 | Raleo | 175.00 | 175.00 |
| TOTAL: | | 1,194.84 | 1,512.21 |

Tabla 19. Costos Referenciales para Plantaciones de Laurel y Pacheco

Costo Total Proyecto: Número de Ha. x USD/Ha

Costo Total Proyecto: 561 Ha. x 1,512.21 USD/Ha

Costo Total Proyecto: 848,350 USD

Análisis Financiero

²⁸ ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>

²⁹ SANDOVAL, Eduardo, Consideraciones económicas sobre plantaciones de Serebó. Documento científico Proyecto FOMABO No. 3, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2006.

lo siguiente:

- En caso de que el proyecto sea ejecutado, este será financiado en su totalidad por la compañía Andes Petroleum Ltd.
- Vida útil del proyecto: 18 años
- Inversión para el proyecto: 848,350 USD
- Se asumirá que los árboles se venderán en pie al final de vida útil del proyecto, de acuerdo a las siguientes consideraciones:

- No se venderán los árboles talados por actividades de los raleos.
- Total de árboles disponibles para la venta:

$$\text{Has x Arboles/Ha} = 561 \times 275$$

$$\text{Total de árboles} = 154,275$$

- Volumen comercial³⁰ en pie:

Laurel: $2.74 \text{ m}^3 / \text{árbol}$

Pachaco: $8.05 \text{ m}^3 / \text{árbol}$

- Precio de venta de los árboles en pie:

Las especies consideradas en el proyecto se comercializan internamente, y los precios de venta varían de acuerdo a la localización, medios de acceso a las plantaciones, volumen comercial de la madera, etc.

Para obtener los ingresos por ventas se han obtenido los siguientes precios referenciales:

³⁰ St. GATTER, M. Romero R. Servicio Forestal Amazónico. ðAnálisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía ecuatorianaö, Macas, Julio 2005.

al³¹ (con un volumen entre 3.5 a 6.5 m³ de madera D 30, lo cual corresponde a precios unitarios entre 5.7 y 4.6 USD/m³.

Para motivos de este análisis se asumirá 4.6 USD/m³ para el Pachaco y 5.7 USD/m³ para el Laurel por ser la especie con más demanda entre ellas.

En base a los datos antes mencionados se tienen los siguientes ingresos por ventas:

| | Plantación | |
|---|------------------|------------------|
| | 100% Laurel | 100% Pachaco |
| Volumen comercial por árbol (m ³) | 2.74 | 8.05 |
| Total de árboles | 154,275 | 154,275 |
| Total volumen comercial (m ³) | 422,714 | 1,241,914 |
| Precio de venta (USD/m ³) | 5.7 | 4.6 |
| Ingresos Totales (USD) | 2,409,470 | 5,712,803 |

Tabla 20. Ingreso por ventas

- El área disponible ha sido dedicada para actividades de agricultura y ahora está en descanso, por lo tanto no hay costo de oportunidad actual.

³¹ St. GATTER, M. Romero R. Servicio Forestal Amazónico. Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía ecuatoriana, Macas, Julio 2005.

Plantación 100% Laurel

| ACTIVIDADES | Años - Vida Útil del Proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------------------|-------------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|---------------------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | | |
| Preparación del terreno. | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | | | | | | | | | |
| | 95.538,30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plantación y replante | 252.320,97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento | 103.807,44 | 103.807,44 | 51.903,72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Administración, asistencia técnica y supervisión | 90.332,22 | 15.573,36 | 15.573,36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raleos | | | | | 4.488,00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | 16.830,00 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Egresos | 541.998,93 | 119.380,80 | 67.477,08 | | 4.488,00 | | | | | | 16.830,00 | | | | | | | | | | |
| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Venta de árboles en pie | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.409,470,00 | |
| Total Ingresos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 2.409,470,00 | |
| Flujo de Caja | -541.998,93 | -119.380,80 | -67.477,08 | 0,00 | -4.488,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 2.409,470,00 |

| | |
|------------------|----------------|
| VAN: | 1.561.120,19 |
| TIR: | 6,59% |
| Total Inversión: | \$848.349,81 |
| Total Ingresos: | \$2.409.470,00 |
| RBC: | 2,84 |

Tabla 21. Flujo de Caja, VAN y TIR para Proyecto con Plantación de Laurel

| | |
|------------------|----------------|
| VAN: | 4,864,453.19 |
| TIR: | 12.13% |
| Total Inversión: | \$848,349.81 |
| Total Ingresos: | \$5,712,803.00 |
| RBC: | 6.73 |

| ACTIVIDADES | Años - Vida Útil del Proyecto | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------|-------------------|------------------|------|-----------------|------|------|------|------|------|------------------|------|------|------|------|------|------|------------------|------------|---------------------|---------------------|
| | 2008 | 2009 | 2010 | 2011 | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 | 2020 | 2021 | 2022 | 2023 | 2024 | 2025 | 2026 | | |
| Preparación del terreno. | 0 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Plantación y replante | 95,538.30 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Mantenimiento | 252,220.97 | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Administración, asistencia técnica y supervisión | 103,807.44 | 103,807.44 | 51,903.72 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Podas | 90,332.22 | 15,573.36 | 15,573.36 | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Raleos | | | | | 4,488.00 | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Total Egresos | 541,998.93 | 119,380.80 | 67,477.08 | | 4,488.00 | | | | | | 16,830.00 | | | | | | | 98,175.00 | | | |
| Flujo de Caja | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | -541,998.93 | -119,380.80 | -67,477.08 | 0.00 | -4,488.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | -98,175.00 | 0.00 | 0.00 |
| Total Ingresos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5,712,803.00 | |
| Total Egresos | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | 5,712,803.00 |

Plantación 100% Pachaco

Tabla 22. Flujo de Caja, VAN y TIR para Proyecto con Plantación de Pachaco

AMBIENTALES

- Remoción de CO₂ de la atmósfera a través de la fijación de carbono en la biomasa de los árboles.
- Mejorar las condiciones de cobertura vegetal a través de la reforestación en las áreas agotadas por las actividades agropecuarias.
- Aportar al desarrollo sustentable.

SOCIALES

- Generar fuentes de trabajo, debido al requerimiento de mano de obra para realizar las labores de campo que contempla el proyecto.
- Mejorar la calidad del aire y por lo tanto la calidad de vida de la población, mediante la remoción de CO₂ de la atmósfera

ECONÓMICOS

Para evaluar los beneficios económicos del proyecto se consideraron 2 escenarios, dependerá de Andes Petroleum Ltd decidir cuál de ellos implementar:

1. Primer escenario (en el cual los árboles no son vendidos al final del proyecto)

Relación Costo Beneficio: Costo Total del Proyecto / Cantidad Secuestrada de CO₂

| | |
|---|---------------------------------------|
| Costo Total del Proyecto: | 848,350 USD |
| Cantidad Secuestrada de CO ₂ : | 232,852 Ton (Plantación 100% Laurel) |
| | 300,252 Ton (Plantación 100% Pachaco) |

RCB: 3.64 USD/Ton CO₂ (100% Laurel)
USD/Ton CO₂ (100% Pachaco)

...tología de Mecanismos de Desarrollo Limpio (Mecanismos de Reducción de Emisiones) equivale a 1 Ton de CO₂ y que los precios³² por cada CER para proyectos ecuatorianos varían entre \$5 y \$10 (entre Dic 06 y Ene 07), es más beneficioso para Andes Petroleum Ltd la implementación del proyecto que comprar CERs en caso de requerirlos a futuro.

2. Segundo escenario (en el cual los árboles son vendidos al final del proyecto)

Aunque el proyecto no está destinado a fines comerciales, al final de la vida útil del mismo (18 años), la madera obtenida se puede vender en el mercado maderero y obtener ingresos económicos que dependerán de los precios comerciales de la madera en ese momento. Esto sería considerado debido a que una vez que los árboles llegan a su estado de madurez, comienzan a emitir el CO₂ que fue secuestrado durante su desarrollo, por tanto es recomendable talar la plantación en su totalidad e implementar de una nueva plantación que continúe con el objetivo del proyecto.

Relación Beneficio Costo: Ingresos Totales / Inversión Total

| | |
|-------------------------------|---|
| Inversión Total del Proyecto: | 848,350 USD |
| Ingresos del Proyecto: | 2,409,470 USD (Plantación 100% Laurel) |
| | 5,712,803 USD (Plantación 100% Pachaco) |

RBC: 2.84 (100% Laurel)

6.73 (100% Pachaco)

CORPORATIVOS

- Contribuir a la optimización de las operaciones desarrolladas por Andes Petroleum Ltd, manteniendo sus estándares de calidad.

³² CORDELIM, Información General, Guía para proyectos MDL, Economía MDL. <http://www.cordelim.net>.

tener un sistema de mitigación del impacto en un futuro se formulen y aprueben nuevas leyes y regulaciones ambientales en el país y en el mundo, relacionadas con las emisiones de GEI.

5.5 FASE DE OPERACIÓN

Esta fase consistirá en la ejecución de las actividades del proyecto: preparación del terreno y plantación, crecimiento y manejo de la plantación y el monitoreo.

5.5.1 Seguimiento y control

Para realizar el seguimiento y control del proyecto se efectuarán monitoreos que permitan determinar el adecuado establecimiento y manejo de la plantación.

Adicionalmente se elaborará un inventario de las cantidades de CO₂ secuestradas por la acción biológica de las plantaciones.

Establecimiento y Manejo de la Plantación

Con la finalidad de garantizar el adecuado establecimiento de la plantación las siguientes actividades de monitoreo serán realizadas en los primeros 3 años:

- Determinar si la plantación ha sido establecida de acuerdo a lo programado.
- Verificar sobrevivencia de individuos (árboles):
 - Se verificará la condición de los árboles, tres meses después de la plantación y si la tasa de sobrevivencia es más baja que el 90%, se considerarán actividades de re-plantación.
 - Verificación final a los tres años después de plantar.
- Monitorear la fertilización durante el establecimiento de la plantación.

Inventario de CO₂ Secuestrado

Para realizar el inventario de CO₂ secuestrado, será necesario implementar parcelas de muestreo en las cuales se realizarán las respectivas mediciones.

Para proceder a definir el número de parcelas por plantación, se pueden considerar los rangos indicados a continuación:

| Rango del Tamaño de Plantación (Ha) | Número de Parcelas |
|--|---------------------------|
| 25 ó 70 | 1 |
| 71 ó 200 | 2 |
| 201 ó 500 | 3 |
| 501 ó 1500 | 4 |
| Más de 1500 | 5 |

Tabla 23. Número de Parcelas por Tamaño de Plantación

Forma de las parcelas

La forma de las parcelas se adoptará de acuerdo a la inclinación del terreno, para terrenos planos la parcela será cuadrada y para terrenos inclinados la parcela tendrá la forma rectangular, localizada en el sentido de la gradiente.

La forma y tamaño de las parcelas de muestreo pueden ser de 20 x 25 m para un total de 500 m². Si las plantaciones se realizaran a una distancia de 3 x 3 m (1.100 arb/ha), cada parcela tendrá entre 50 y 60 árboles.

Determinación de la biomasa total del árbol

La biomasa total del árbol se puede determinar mediante la implementación de un muestreo destructivo.

un grupo representativo de árboles, los cuales se dividirán en partes superiores, ramas medias, ramas inferiores, hojas superiores, hojas medias, hojas inferiores, fuste, corteza y raíz, los mismos que serán pesados por separado para determinar el porcentaje que ocupa cada uno, en el peso total del árbol.

Determinación del contenido de humedad

De cada uno de los compartimentos separados de los árboles, se extraerá una muestra, para posteriormente secarla, con lo cual se puede obtener el contenido de humedad por cada uno de los compartimentos analizados.

Determinación de la biomasa seca

Partiendo del peso de la biomasa total y del contenido de humedad de cada uno de los compartimentos, se puede determinar el peso de la biomasa seca, en donde se deposita la totalidad del Carbono presente en los compartimentos del árbol.

Determinación del porcentaje de carbono

La determinación del porcentaje de carbono se deberá realizar en un laboratorio.

Determinación del CO₂ capturado

El CO₂ capturado por árboles individuales, se determinará multiplicando el peso del Carbono presente en la biomasa seca por la relación existente entre el peso total de la molécula de CO₂ (44) y el átomo de Carbono (12); es decir que por cada Kg. De Carbono encontrado en la biomasa seca del árbol, este ha capturado 3,66 Kg. De CO₂, con lo cual se calcula el peso el CO₂ capturado por cada árbol.

Frecuencia de monitoreo

Los intervalos de monitoreo serán de 5 años.

Esta evaluación se la realizará al final de la vida útil del proyecto, con la finalidad de determinar si se cumplieron los objetivos programados.

La proyección de los resultados una vez implementado y finalizado el proyecto se detalla a continuación. Se realiza una comparación con la línea base propuesta para indicar la incidencia del proyecto.

| LAUREL | | | | |
|---------------|---|---|---|---|
| AÑO | Total de Emisiones (Ton CO ₂) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Ton) | Porcentaje Secuestrado de CO ₂ | Total Emisiones - Cantidad Secuestrada (Ton CO ₂) |
| 2008 | 142,698 | | | 142,698 |
| 2009 | 153,049 | | | 153,049 |
| 2010 | 163,401 | | | 163,401 |
| 2011 | 173,752 | | | 173,752 |
| 2012 | 184,104 | 24,511 | 13.31% | 159,593 |
| 2013 | 194,455 | 24,511 | 12.60% | 169,944 |
| 2014 | 204,807 | 24,511 | 11.97% | 180,296 |
| 2015 | 215,158 | 24,511 | 11.39% | 190,647 |
| 2016 | 225,510 | 24,511 | 10.87% | 200,999 |
| 2017 | 235,861 | 24,511 | 10.39% | 211,350 |
| 2018 | 246,213 | 12,255 | 4.98% | 233,958 |
| 2019 | 256,564 | 12,255 | 4.78% | 244,309 |
| 2020 | 266,916 | 12,255 | 4.59% | 254,661 |
| 2021 | 277,267 | 12,255 | 4.42% | 265,012 |
| 2022 | 287,619 | 12,255 | 4.26% | 275,364 |
| 2023 | 297,970 | 6,128 | 2.06% | 291,842 |
| 2024 | 308,322 | 6,128 | 1.99% | 302,194 |
| 2025 | 318,673 | 6,128 | 1.92% | 312,545 |
| 2026 | 329,025 | 6,128 | 1.86% | 322,897 |
| TOTAL: | 4,481,364 | 232,852 | 5.20% | 4,248,512 |

Tabla 24. Proyección de Resultados con Plantación de Laurel

PACHACO

| AÑO | Total de Emisiones (Ton CO ₂) | Cantidad Secuestrada de CO ₂ (Ton) | Porcentaje Secuestrado de CO ₂ | Total Emisiones - Cantidad Secuestrada (Ton CO ₂) |
|------|---|---|---|---|
| 2008 | 142,698 | | | 142,698 |
| 2009 | 153,049 | | | 153,049 |
| 2010 | 163,401 | | | 163,401 |
| 2011 | 173,752 | | | 173,752 |
| 2012 | 184,104 | 31,605 | 17.17% | 152,499 |
| 2013 | 194,455 | 31,605 | 16.25% | 162,850 |
| 2014 | 204,807 | 31,605 | 15.43% | 173,202 |
| 2015 | 215,158 | 31,605 | 14.69% | 183,553 |
| 2016 | 225,510 | 31,605 | 14.02% | 193,905 |
| 2017 | 235,861 | 31,605 | 13.40% | 204,256 |
| 2018 | 246,213 | 15,803 | 6.42% | 230,410 |
| 2019 | 256,564 | 15,803 | 6.16% | 240,761 |
| 2020 | 266,916 | 15,803 | 5.92% | 251,113 |
| 2021 | 277,267 | 15,803 | 5.70% | 261,464 |
| 2022 | 287,619 | 15,803 | 5.49% | 271,816 |
| 2023 | 297,970 | 7,901 | 2.65% | 290,069 |
| 2024 | 308,322 | 7,901 | 2.56% | 300,421 |
| 2025 | 318,673 | 7,901 | 2.48% | 310,772 |
| 2026 | 329,025 | 7,901 | 2.40% | 321,124 |

| | | | | |
|--------------|------------------|----------------|--------------|------------------|
| TOTAL | 4,481,364 | 300,252 | 6.70% | 4,181,112 |
|--------------|------------------|----------------|--------------|------------------|

Tabla 25. Proyección de Resultados con Plantación de Pachaco

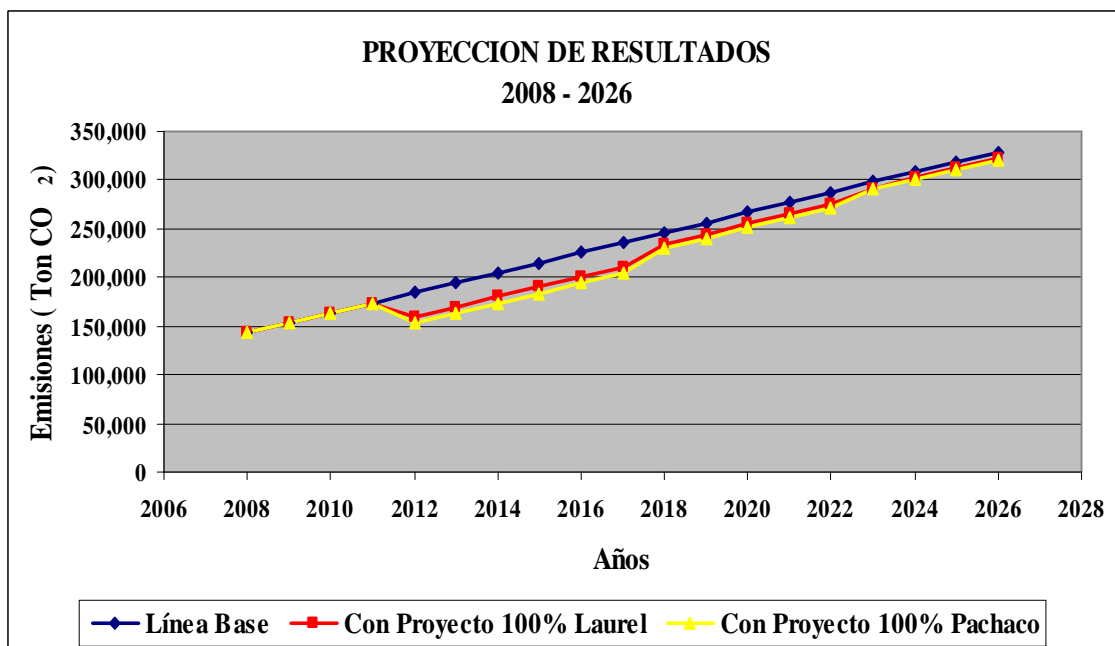


Fig. 17 Comparación entre Resultados Proyectados y Línea Base

- Se identificaron 5 alternativas de proyectos para mitigar el impacto ambiental causado por las emisiones de GEI, de las cuales se descartaron las que presentaron barreras de tipo tecnológico, financiero y de optimización y ejecución. Se determinó como opción más viable el "Secuestro de CO₂ mediante sumideros naturales por medio de la fijación biológica (Reforestación)".
- Aunque se dispone de 44,575 Ha de área en el Bloque Tarapoa para los trabajos de uso de suelo, el 78.4 % corresponde a bosques y el 21.6 % restante corresponde a áreas intervenidas en las cuales se encuentran pastos, cultivos, áreas desbrozadas, centros poblados y áreas ocupadas por la industria petrolera. Sin embargo no es viable realizar el proyecto en estas áreas por cuanto los bosques no han sido intervenidos y más bien representan una medida de prevención a los impactos ambientales, las áreas de pastos y cultivos representan actividades de producción de los colonos de la región y el área restante no es propicia para actividades de reforestación.
- Las áreas destinadas al proyecto, son propiedades que Andes Petroleum Ltd ha comprado para su manejo, entre las que se encuentran fincas, derechos de vía, lotes.
- Considerando las características de los suelos y las condiciones climáticas del Bloque Tarapoa, las especies seleccionadas para la implementación de las plantaciones para el proceso de reforestación son: el laurel (*Cordia alliodora*) y el pachaco (*Schizolobium parahybum*).
- La duración del proyecto es de 18 años con fecha de inicio: Marzo / 2008 y fecha de finalización: Marzo / 2026. Se considerará que a partir del 2012 la plantación estará en condiciones de comenzar la acción de secuestro de CO₂. Se realizarán 2 raleos del 50% cada uno en los años 2018 y 2023 respectivamente.

5 años, para la determinación de la cantidad de la plantación.

- El total de emisiones de CO₂ proyectado para el período 2008-2026 es igual a 4,481,364 Ton.
- Con la implementación del proyecto, se estima secuestrar un total de 232,852 Ton de CO₂ con una plantación 100% de Laurel y un total de 300,252 Ton de CO₂ con una plantación 100% de Pachaco. Estos valores corresponden al 5.20% y 6.70% respectivamente del total de emisiones estimadas durante la vida útil del proyecto.
- La inversión total del proyecto se estima en 848,350 USD, y será financiada en su totalidad por Andes Petroleum Ltd.
- En caso de que la Compañía decida vender los árboles en pie al final del proyecto, los ingresos totales estimados estarían en el orden de 2,409,470 USD para una plantación 100% Laurel y 5,712,803 USD para una plantación 100% Pachaco, considerando los precios referenciales propuestos en este estudio.
- Considerando los valores de inversión y de ingresos totales, la relación beneficio costo sería de 2.84 si se implementa una plantación de 100% Laurel y 6.73 si es 100% Pachaco.
- Para el escenario de venta de la plantación en pie, se obtuvo una TIR de 6.59 y 12.13 para plantaciones de Laurel y Pachaco respectivamente.
- Si la Compañía decide mantener la plantación al término del proyecto y considerando los valores de inversión y cantidad total secuestrada de CO₂, la relación costo beneficio sería de 3.64 USD/Ton CO₂ si se implementa una plantación de 100% Laurel y 2.84 USD/Ton CO₂ si es 100% Pachaco.

OYECTO

- Una vez realizado el análisis técnico-económico respectivo, es recomendable implementar una plantación 100% de Pachaco por cuanto representa la opción de mayor relación beneficio costo para ambos casos: vendiendo los árboles en pie al final del proyecto y manteniendo la plantación.
- A pesar de que el proyecto planteado no es de carácter comercial, en caso de que la Compañía decida vender la plantación, es recomendable implementar una nueva plantación que reemplace a la anterior con lo cual se garantice el cumplimiento del objetivo motivo del proyecto.
- Se deberá implementar un adecuado inventario de emisiones de GEI de todas las instalaciones en el Bloque Tarapoa con la finalidad de garantizar el apropiado monitoreo y cumplimiento de los objetivos del proyecto.
- A futuro es recomendable determinar la posibilidad de acuerdos entre los moradores de la región y la Compañía, los cuales permitan la compra de terrenos sin uso por parte de la Compañía a los colonos para la implementación de nuevas plantaciones que permitan contribuir al desarrollo sustentable. La Compañía financiaría las actividades del proyecto y los ingresos por venta de la madera serían acordado entre las partes siempre enfocándose en una relación ganar-ganar. Además debería existir el compromiso de implementarse nuevas plantaciones que sustituyan a las vendidas, con el objetivo de continuar con la acción de secuestro de CO₂.

BIBLIOGRAFÍA

- ALERTA VERDE. Boletín de acción ecológica No 123. Quito. Febrero 2003.
- AMERICAN PETROLEUM INSTITUTE, Sangeatm 3.04 ghg emission estimation and reporting user guide 1.02. Octubre 2006. <http://ghg.api.org>.
- BRAVO, Juan, Corporación de Profesionales Agropecuarios del Guayas (CORPAG). Seminario Taller de Manejo de Recursos Forestales, Establecimiento y manejo de plantaciones forestales.
- CORDELIM, Información General, El Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL). <http://www.cordelim.net>.
- CORDELIM, Información General, Guía para proyectos MDL, Clases de Proyectos MDL. Proyectos de Aforestación y Reforestación. <http://www.cordelim.net>.
- CORDELIM, Información General, Guía para proyectos MDL, Economía MDL. <http://www.cordelim.net>.
- CORNEJO, Julio, TORO, Basilio. Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD Ministerio del Ambiente Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático. Evaluación de los impactos ambientales, económicos y sociales de la implementación de las medidas de mitigación al cambio climático en el sector forestal. Quito, Ecuador. Julio 2000.
- ECUADOR FORESTAL, Especies para reforestar, fichas técnicas de especies para reforestar, fichas técnicas No 3 y 8. <http://www.ecuadorforestal.org>.
- ECUAMBIENTE CONSULTING GROUP. Auditoría ambiental al sistema de generación y transmisión eléctrica de AEC Ecuador Ltd. Octubre 2004.
- EXXON MOBIL. Informe sobre tendencias energéticas, emisiones de gases invernadero y energía alternativa. Febrero 2004.
- FERNANDEZ, Mirian., Comité Nacional sobre el Clima GEF-PNUD Ministerio del Ambiente Proyecto ECU/99/G31 Cambio Climático Fase II, Factores de emisión en el sector cambio del uso del suelo y silvicultura. Quito, Ecuador, Noviembre 2000.
- GRANDA, Patricia. Monocultivos de árboles en Ecuador. Mayo 2006.
- GRAUS, Richard, Industrias basadas en recursos naturales. Petróleo: Prospección y perforación.

MENTAL DE EXPERTOS SOBRE EL CAMBIO
almacenamiento de dióxido de carbono. Resumen
para responsables de políticas y resumen técnico. 2005.

- IPIECA, OGP, API, Directrices de la Industria Petrolera para la Notificación de Emisiones de Gases de Efecto Invernadero, 2003.
- MINISTERIO DEL AMBIENTE. OPS/OMS en Ecuador. Lineamientos generales para establecer políticas de la calidad del aire en Ecuador. Fase I. Diagnóstico situacional. <http://www.cepis.ops-oms.org/bvsaidis/ecuador10>.
- NEIRA, David, VAN DEN BERG, Berend, DE LA TORRE, Francisco. Revisión, asesoría y contribuciones: Jürg Grütter. Contribuciones: Michael Toman, Banco Interamericano de Desarrollo (BID), Marcos Castro, Andrés Hübenthal y Ana María Núñez, (Oficina Ecuatoriana de Promoción del MDL - CORDELIM). El MDL en Ecuador: retos y oportunidades. Un diagnóstico rápido de los avances y perspectivas de la participación de Ecuador en el Mercado de Carbono.
- PETROECUADOR, Mapa Catastral. Mapa Petrolero del Ecuador. <http://www.petroecuador.com.ec/mapas/catastral/Catastral.htm>.
- PRADO, Lenin. Proyecto información y análisis para el manejo forestal sostenible: integrando esfuerzos nacionales e internacionales en 13 países tropicales en América Latina. Santiago-Chile. Abril 2001.
- RAMIREZ, Walter, Manejo de sistemas agroforestales.
- SANDOVAL, Eduardo, Consideraciones económicas sobre plantaciones de Serebó. Documento científico Proyecto FOMABO No. 3, Santa Cruz de la Sierra, Bolivia, 2006.
- St. GATTER, M. Romero R. Servicio Forestal Amazónico. Análisis económico de la cadena de aprovechamiento, transformación y comercialización de madera aserrada provenientes de bosques nativos en la región centro-sur de la Amazonía ecuatoriana, Macas, Julio 2005.
- SYNERGY, UNESA, UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE MADRID, INSTITUT SYSTEM-UND INNOVATIONSFORSCHUNG, INSTITUTO MEXICANO DEL PETRÓLEO, UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO, CIER Y OLADE. Metodologías para la implementación de los mecanismos flexibles de kyoto ó mecanismo de desarrollo limpio en latinoamérica Abril 2005.
- WIKIPEDIA, http://es.wikipedia.org/wiki/Calentamiento_global.
- YARZA, José, MARTÍNEZ, Joxe, TOLOSA, Iñaki. Petróleo materia prima para la industria química.

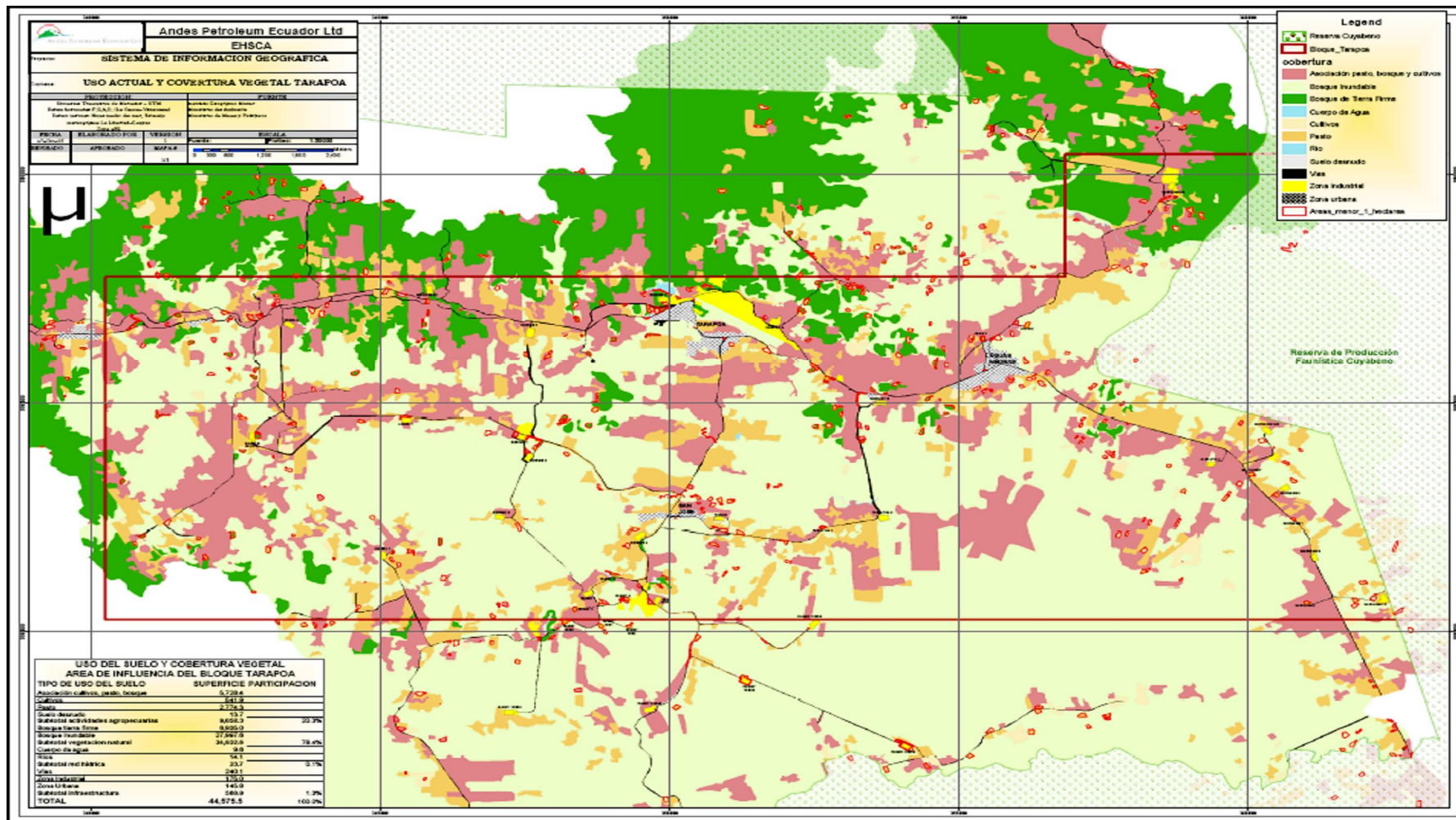


*Your complimentary
use period has ended.
Thank you for using
PDF Complete.*

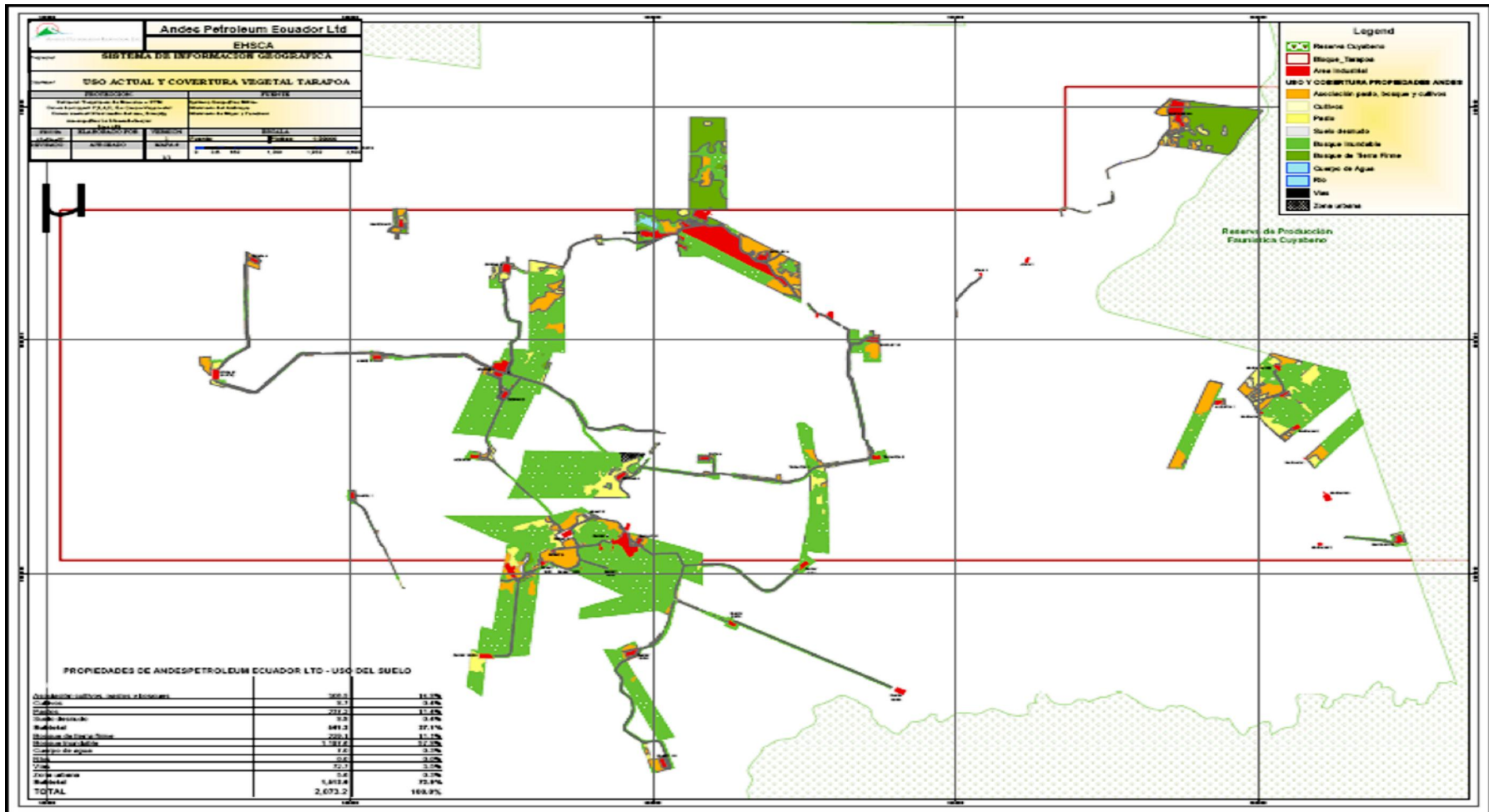
[Click Here to upgrade to
Unlimited Pages and Expanded Features](#)

ANEXOS

USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL DEL BLOQUE TARAPOA.



USO DEL SUELO Y COBERTURA VEGETAL DE LAS PROPIEDADES COMPRADAS Y MANEJADAS POR ANDES PETROLEUM LTD.



LA ESPECIE PACHACO.

Ficha Técnica No. 3 PACHACO



ESPECIE: *Schizobium parshybum* (Vell) Blake

FAMILIA: CAESALPINACEAE (Leguminosa)

NOMBRES COMÚNES: Pachaco, Pashaco, Masachi, Sorobó, Sombrenillo, Tambor.

IMPORTANCIA ECONÓMICA: La producción de Pachaco es bastante rentable en inversiones a mediano plazo para producir chapas, ya que es una especie de rápido crecimiento. Esta especie también ofrece buenas posibilidades de combinar cultivos agrícolas de corto a mediano ciclo.

GENERALIDADES: Aunque es una especie nativa de la Amazonia ecuatoriana, se tienen excelentes resultados en el establecimiento de plantaciones puras y sistemas agroforestales ubicados en la región Litoral. Es una madera muy requerida por la industria del contrachapado, debido a la forma limpia y cilíndrica de su fuste; y a su buena respuesta al torno.

DENDROLOGÍA:

Fisonomía del árbol

Árbol: Frecuentemente alcanza alturas mayores a 30 m.

Tronco: En general es bien formado, recto y cilíndrico, con un diámetro de alrededor de 1 m, con aletones bajos. Cuando crece espaciado ramifica bajo.

Corteza: Es lenticelada, gris blanquecina y de textura lisa.

Copa: Es grande cuando el árbol crece aislado y en buenas condiciones de sitio; y es estrecha cuando hay limitaciones de suelos y de clima.

Caracteres botánicos

Hojas: Son compuestas, bipinadas y caducas.

Flores: Son unos capullos amarillentos y rectos, en forma de ramillete de 30 cm. En tiempo de floración son visibles a gran distancia.

Fruto: Son vainas aplanadas.

Semilla: Aproximadamente miden 2 cm. de longitud y se pueden encontrar aproximadamente de 1.000 a 1.200 semillas secas por kilogramo.

Ecología y distribución:

Esta especie crece de manera natural en el bosque húmedo y muy húmedo tropical de la región Amazónica. En la región Litoral es conocida principalmente en Cuevoed y Quinindí, aunque no es nativa de esta zona.

SILVICULTURA:

Requerimientos Edafoclimáticos:

Necesita **suelos** ricos, aluviales y lateríticos pobres.

Condiciones Climáticas Óptimas

| | |
|---------------------------|---------------|
| Temperatura °C | 22 - 27 |
| Precipitación mm | 1.200 - 2.500 |
| Rango altitudinal m.s.n.m | 150 - 1.500 |

Regeneración Natural:

Es una de las pocas especies comerciales cuya regeneración natural no presenta problemas. Se reproduce exclusivamente por medio de semilla y puede rebrotar fácilmente durante la etapa de brinzal, sin embargo esta capacidad se anula cuando los tallos de las plantas se hacen leñosos.

Repoblación:

Prácticas de Vivero: La semilla requiere un tratamiento pre-germinativo: puede ser escarificada con lija gruesa en el extremo donde se localiza el embrión; y luego se realiza una inmersión en agua fría durante la noche, o en agua hirviendo durante unos 5 minutos. La escarificación se practica para conseguir una germinación homogénea de aproximadamente el 80% de las semillas, a partir del día 15. Para reforestar con esta especie se pueden emplear también pseudo-estacas, lo cual reduce los costos de transporte de la planta al sitio de la plantación, sin embargo se requiere de mayor espacio en el vivero para la preparación de las plantas en platabandas (aproximadamente 40 plantas / m²), las mismas que cuando están lignificadas y tienen alrededor de 1,5 cm de diámetro, se deben podar en la parte de las raíces y del tallo para que estén listas a ser plantadas.

Preparación del Terreno y Plantación: Cuando la plantación se hace en un terreno con rastrojo, será necesario efectuar una limpia para reducir la competencia por luz y nutrientes, utilizando motosierra y machete; luego se efectúa el señalamiento (valizada) para ubicar los hoyos y posteriormente abrirlos. Estas labores deben efectuarse unos 2 meses antes de la plantación, para meteorizar el suelo. Los espaciamientos más utilizados son de 4 x 4 y 5 x 5 m, aunque se pueden establecer espaciamientos menores para limitar el desarrollo de ramas, aunque ello signifique mayor frecuencia de raleos.

Crecimiento y Manejo de la Plantación: Durante los primeros 2 o 3 años, se requieren limpiezas continuas de rama, chapa y corona. Es una especie de crecimiento rápido, ya que puede alcanzar una altura media de 20 m y un diámetro de 24 cm, en un período de 10 años. Puede producir un volumen total de 300 a 450 m³ por hectárea al final del turno que es de 15 a 20 años, según la calidad de sitio. Probablemente es una de las especies más fáciles de manejar, debido a su alta capacidad de regeneración, a su alta tasa de crecimiento y a su poca susceptibilidad a la infección de bejuco. La especie presenta una buena poda natural de hojas.

Factores limitantes para el crecimiento:

- Es un árbol heliófilo que no soporta la sombra.
- Poca resistencia al ataque de hongos y termitas.

PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA MADERA:

Propiedades Organolépticas de la Madera:

Color: La albura es de color blanco amarillento con transición gradual a duramen de color marrón muy pálido.

Veteado: Satinado en bandas longitudinales, poco demarcado.

Grano: Algo entrecruzado.

Textura: Es de media a gruesa.

Durabilidad Natural:

Es susceptible a las manchas azules y al ataque de hongos e insectos xilófagos.

Trabajabilidad:

Excelente al cepillado y moldurado; y en general responde bien al taladrado, lijado y acabado.

Secado:

Al aire libre es moderadamente rápido (26 días para tablas), sin riesgos importantes. El comportamiento al secado en estufa es bueno, aunque se presentan solo algunas torceduras leves y existe el riesgo de producir rajaduras leves.

Preservación:

La madera responde bien al tratamiento de baño caliente-frío, con una alta absorción con pentaclorofenol; si el tratamiento se lo realiza con una presión alta, es mucho mejor.

Propiedades Físicas:

| Densidad (gr/cm ³) | Verde | Seco al aire | Básica |
|--------------------------------|------------|--------------|--------------|
| | 0,74 | 0,44 | 0,40 |
| Contracción normal % | Tangencial | Radial | Relación T/R |
| | 3,70 | 1,70 | 2,18 |

Propiedades Mecánicas (CH12 %)

| | | | |
|--------------------------|----------|-----|---------------------|
| Flexión Estática | ELP | 390 | Kg/cm ² |
| | MOR | 589 | Kg/cm ² |
| | MOE | 86 | Ton/cm ² |
| Compresión Paralela | ER | 354 | Kg/cm ² |
| Compresión Perpendicular | ELP | 54 | Kg/cm ² |
| | Lados | 231 | Kg |
| | Extremos | 330 | Kg |

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional

MOR: Módulo de ruptura

ER: Esfuerzo de ruptura

MOE: Módulo de elasticidad

USOS:

Su madera es utilizada para producir contrachapados, elementos de mobiliario o de carpintería interior, puertas, molduras, pulpa para papel, construcción de cajas, juguetes y maquetas.

COSTOS REFERENCIALES DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES

| | | |
|---------------|---|--------------------|
| SISTEMA | Rodal de producción (Para 1 ha.) | |
| REGIÓN | Costa y Amazonia | |
| ESPECIE | Schizolobium parahybum | |
| DENSIDAD | 625 plantas / ha | 1.100 plantas / ha |
| ESPACIAMIENTO | 4 x 4 m | 3 x 3 m |
| OBJETIVO | Producción de madera para desarrollo y aseo | |
| TURNO | 18 - 20 años | |

| ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN | COSTO | COSTO |
|---|---------------|-----------------|
| | 625 pl./ha | 1.100 pl./ha |
| Preparación del Terreno: | | |
| Manga (jornal con motosierra), Socola, Señalamiento (valizada) y Hoyado | 149,74 | 170,30 |
| Plantación y Replante: | | |
| Plantas, Transporte, Plantación y Replante (15%) | 257,26 | 440,77 |
| Mantenimiento hasta 1 año de edad: | | |
| Limpieza de Corona, Manga, Chapía | 164,48 | 185,04 |
| SUBTOTAL AÑO 1 | 571,48 | 605,11 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 114,30 | 161,02 |
| TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1 | 685,78 | 966,13 |
| Mantenimiento hasta 2do. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapía | 164,48 | 185,04 |
| Mantenimiento hasta 3er. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapía | 82,24 | 92,52 |
| SUBTOTAL AÑOS 2 Y 3 | 246,72 | 277,56 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 49,34 | 55,51 |
| TOTAL MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN AÑOS 2 Y 3 | 296,06 | 333,07 |
| GRAN TOTAL GENERAL | 981,84 | 1.299,20 |

Bibliografía Consultada:

CAÑADAS LUIS (1983) El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador. 210 p.

CORMADERA-OIMT (1987) Manual para la Producción de Pecteco. Quito, Ecuador. 51 p.

INEFAN-ITTO (1986) Autoecología de la Especie Pecteco. Cuello No. 3 DINCE. Cuenca, Ecuador. 7 p.

INIA-OIMT (1986) Manual de Identificación de Especies Forestales de la Sub-región Andina. Proyecto PD 152/91. Lima, Perú. 489 p.

JUNAC. (1981) Descripción General y Anatómica de 105 Maderas del Grupo Andino. PAOT - REFORT. Carvajal, Cali, Colombia. 442 p.

..... (1981) Tablas de Propiedades Físicas y Mecánicas de la Madera del Ecuador. PAOT - REFORT. Lima, Perú. 53 p.

..... (1983) Secado y Preservación de 105 Maderas del Grupo Andino. PAOT - REFORT. Lima, Perú. 151 p.

YASQUEZ E. (1980) Usos Probables de Algunas Maderas del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal. Quito, Ecuador.

Ecuador crece con sus bosques



LA ESPECIE LAUREL.

Ficha Técnica No. 8 LAUREL



ESPECIE: *Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken

FAMILIA: BORAGINACEAE

NOMBRES COMÚNES: Laurel blanco, Laurel cafetero, Araña caspi, Laurel macho.

IMPORTANCIA ECONÓMICA: El Laurel es muy popular debido a su alta calidad, a la dureza de su madera y a su rápido crecimiento, teniendo gran demanda para la industria, la ebanistería y la agroforestería.

GENERALIDADES: Es una especie apta para plantaciones forestales de escala industrial, ya que su madera tiene buenas características de trabajabilidad, belleza y brillo. La demanda de esta especie es sostenida, con altas probabilidades de incrementarse.

En sistemas agroforestales, los árboles de laurel constituyen una fuente de ingreso adicional a los cultivos y podrían considerarse como una caja de ahorro para cualquier emergencia de gastos.

DENDROLOGÍA:

Fisonomía del árbol

Tronco: Es recto y cilíndrico.

Corteza: La corteza externa no es muy fisurada, de color café oscuro, con aletones poco o medianamente rectos de 40 m de altura.

Raíz: En buenas condiciones edáficas desarrolla una raíz principal, profunda y fusiforme.

Copa: Es rala por lo que proyecta poca sombra; es angosta con tendencia a cilíndrica o sub-piramidal.

Caracteres botánicos

Hojas: Son simples, alternas y dispuesta en espiral; son ásperas, verde oscuras y

opacas por arriba, y verde más claro por debajo.

Flores: Son blancas con olor dulce, dispuestas en un manto vistoso, de 5 a 30 cm de longitud. Las floraciones se han observado entre octubre y marzo.

Fruto: Es una nuececilla pequeña de color café que contiene una semilla blanca de 4 a 5 mm de longitud. Se pueden encontrar los frutos entre noviembre y abril, y la recolección debe hacerse en la copa del árbol.

Ecología y distribución:

El Laurel es una especie nativa de los bosques primarios y secundarios de la Costa y Amazonia ecuatorianas. Su distribución es desde México a Ecuador, Perú, Bolivia y Brasil. Una de las características interesantes de este árbol es que presenta autopoda, aun en condiciones abiertas. Los árboles adultos pueden ser deciduos, aun en climas no estacionales, durante uno o dos meses después de la producción de la semilla.

SILVICULTURA:

Requerimientos Edafoclimáticos:

Tolera todos los tipos de suelos comprendidos en bosque húmedo tropical, pero para un mejor crecimiento requiere de suelos profundos, franco arenosos y franco arcillosos, moderadamente bien drenados, preferentemente de origen aluvial y ricos en materia orgánica.

De acuerdo a ensayos pre-establecidos, se ha podido determinar que el Laurel es muy exigente en condiciones de sitio, con buenos rendimientos en sistemas agroforestales; sin embargo en plantaciones puras, sus rendimientos no han sido los deseados por lo que requiere de manejo y mantenimiento adecuados.

Condiciones Climáticas Óptimas

| | |
|---------------------------|------------------|
| Temperatura °C | 23 - 25 |
| Precipitación mm | 2.000 - 5.000 |
| Rango altitudinal m.s.n.m | 50 - 500 (1.000) |

Regeneración Natural:

Gracias a la forma y peso de la semilla, esta especie se dispersa a grandes distancias, lo que contribuye a que su regeneración natural sea abundante, al extremo de poderse considerar una especie pionera. Además los tocones de los árboles jóvenes emiten muchos retoños, lo cual facilita la propagación por pseudo estaca.

Repoblación:

Prácticas de Vivero: Es muy importante hacer coincidir la zona de vida con la de procedencia de la semilla que dio origen a las plántulas.

Preparación del Terreno y Plantación: Las plantaciones en rodales pasan por el proceso de limpieza, subsolado, arado y rastrado previo al hoyado y surcado. Existen algunas combinaciones agrosilviculturales, como el cacao y el café. Se debe plantar con un espaciamiento de aproximadamente 12 m x 12 m. En caminos que se van a utilizar como linderos, se puede usar un espaciamiento de 6 x 4 m o 5 m, y en plantaciones lineales de 3 m x 4 m.

Crecimiento y Manejo de la Plantación: Los raleos se deben realizar de acuerdo al desarrollo de la masa. El primer raleo debe realizarse a los 5 o 6 años de edad, el segundo a los 10 años y el tercero a los 15 años. El turno de explotación puede ser de 25 a 30 años, en cuya edad los árboles pueden alcanzar entre 40 a 50 cm. de diámetro.

Factores limitantes para el crecimiento:

• No se recomienda plantarlo en asocio con pastos, debido al pisoteo de ganado,

ya que restringe el crecimiento diametral del fuste.

- Como plátula soporta la sombra pero luego requiere total exposición por ser heliófita.
- No soporta suelos poco profundos y de baja fertilidad y mal drenados.

PROPIEDADES TECNOLÓGICAS DE LA MADERA:

Propiedades Organolépticas de la Madera:

Color: El tronco recién cortado presenta las capas externas de la madera (albura) de color beige amarillento y las capas internas (duramen) de color café claro. En madera seca al aire, la albura se torna de color marrón muy pálido y el duramen a color marrón amarillento.

Veteado: Es con arcos superpuestos, definidos por anillos de crecimiento, parénquima axial y líneas vasculares contrastados con vetas oscuras y bandas anchas encontradas con tonos dorados.

Grano: Normalmente recto.

Textura: Fina y homogénea. El lustre es regular pero alto en la superficie radial.

Trabajabilidad:

Es una madera fácil de trabajar y presenta buen pulimento en el cepillado, moldurado y lijado.

Secado:

La velocidad de secado es de rápida a moderada, no registra defectos de secado apreciables y la estabilidad dimensional es excelente.

Preservación:

Es fácil de preservar y tiene una alta durabilidad natural.

Propiedades Físicas:

| Densidad (gr/cm ³) | Verde | Seco al aire | Básica |
|--------------------------------|------------|--------------|-------------|
| | 0,89 | 0,45 | 0,39 |
| Contracción normal % | Tangencial | Radial | Volumétrica |
| | 4,20 | 1,73 | 2,40 |

Propiedades Mecánicas:

| | | | Verde | Seco al aire |
|-------------------------|---------------|-------------------------|--------|--------------|
| Flexión Estática | | ELP Kg/cm ² | 349,53 | 464,42 |
| | | MOR Kg/cm ² | 564,4 | 723,76 |
| | | MCE Ton/cm ² | 71,52 | 86,2 |
| Compresión | Paralela | ELP Kg/cm ² | 175,34 | 229,69 |
| | | MOR Kg/cm ² | 221,48 | 324,83 |
| | | MCE Ton/cm ² | 75,37 | 90,32 |
| | Perpendicular | ELP Kg/cm ² | 40,68 | 56,71 |
| MCE Ton/cm ² | | 89,46 | 79,56 | |
| Dureza | Tangencial | | 285,75 | 246,63 |
| | Radial | | 314,17 | 294,18 |
| | Extremo | | 323,63 | 276,54 |

ELP: Esfuerzo en el límite proporcional
ER: Esfuerzo de ruptura

MOR: Módulo de ruptura
MCE: Módulo de Elasticidad

USOS:

Debido a sus propiedades estéticas favorables como: color, veteado y brillo; y por sus propiedades de fácil trabajabilidad, es ampliamente demandada por distintas industrias, por empresas de muebles, para la construcción de puertas y ventanas, para la elaboración de artesanías, para la ebanistería fina, revestimientos decorativos, esculturas y carpintería en general.

COSTOS REFERENCIALES DE ESTABLECIMIENTO Y MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES

| SISTEMA | Rodal de producción (Para 1 ha.) | |
|---------------|--|--------------------|
| REGIÓN | Costa y Amazonía | |
| ESPECIE | Cordia alliodora | |
| DENSIDAD | 625 plantas / ha | 1.100 plantas / ha |
| ESPACIAMIENTO | 4 X 4 m | 3 x 3 m |
| OBJETIVO | Producción de madera para desarrollo y aserrío | |
| TURNOS | 18 a 20 años | |

| ESTABLECIMIENTO DE LA PLANTACIÓN | COSTO | COSTO |
|---|---------------|-----------------|
| | \$/pl/ha | 1.000 pl/ha |
| Preparación del Terreno: | | |
| Manga (jomal con motosierra), Socola, Señalamiento (vanzada) y Hoyado | 149,74 | 170,30 |
| Plantación y Replante: | | |
| Plantas, Transporte, Plantación y Replante (15%) | 257,26 | 449,77 |
| Mantenimiento hasta 1 año de edad: | | |
| Limpieza de Corona, Manga, Chapia | 164,48 | 185,04 |
| SUBTOTAL AÑO 1 | 571,48 | 805,11 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 114,30 | 161,02 |
| TOTAL ESTABLECIMIENTO / MANTENIMIENTO AÑO 1 | 685,78 | 966,13 |
| Mantenimiento hasta 2do. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 164,48 | 185,04 |
| Mantenimiento hasta 3er. año: | | |
| Limpieza de Coronación, Manga y Chapia | 82,24 | 92,52 |
| SUBTOTAL AÑOS 2 Y 3 | 246,72 | 277,56 |
| Administración, Asistencia Técnica, Supervisión (20%) | 49,34 | 55,51 |
| TOTAL MANTENIMIENTO Y ADMINISTRACIÓN AÑOS 2 y 3 | 296,06 | 333,07 |
| GRAN TOTAL GENERAL | 981,84 | 1.299,20 |

Bibliografía Consultada:

- CANADAS LUIS (1983) El Mapa Bioclimático y Ecológico del Ecuador. MAG-PRONAREG. Quito, Ecuador. 210 p.
- CATIE (1986) Dimensiones, Volúmenes y Crecimiento de Cordia alliodora en Sistemas Agroforestales. Boletín Técnico No. 15. Turrialba, Costa Rica. 23 p.
- CORMADERA-CIMT (1997) Manual para la Producción de Laurel Quito, Ecuador. 47 p.
- FAO/SF (1989) Árboles Comunes de la Provincia de Esmeraldas. Estudio de Preinversión para el Desarrollo Forestal de Maroccidanta Tomo IV. Roma. 535 p.
- INEFAN-ITTO (1986) Autobiología de la Especie Laurel. Cartilla 1. DINOCE. Conocoto, Ecuador.
- INIA-CIMT (1986) Manual de Identificación de Especies Forestales de la Sub-región Andina. Proyecto PD 150/91. Lima, Perú. 489 p.
- WASQUEZ E. (1980) Usos Probables de Algunas Maderas del Ecuador. Ministerio de Agricultura y Ganadería, Programa Nacional Forestal. Quito, Ecuador.

Ecuador crece con sus bosques

