

# **Impacto macroeconómico del Proyecto de Modernización de la Refinería de Barrancabermeja<sup>1</sup>**

## **Investigador**

Felipe Castro

## **Asistentes de investigación**

David Contreras

Laura Tamayo

**Junio, 2013**

---

<sup>1</sup> Un agradecimiento especial a la firma PCIB Process Consultants Inc y a Ecopetrol S.A. por sus valiosos comentarios y continua retroalimentación en la elaboración de este estudio. Los autores también agradecen a Mauricio Olivera, Tatiana Aguilar, Alex Cañas, Claudia Quintero, Jaime Ramírez y Daniel Wills por sus aportes a versiones anteriores de este trabajo.

## Contenido

Introducción .....	4
1. Supuestos generales .....	5
1.1. Supuestos específicos sobre la ejecución del PMRB.....	5
1.1.1 Sectores afectados por la ejecución del PMRB en el análisis de MEGC de Fedesarrollo.....	6
1.1.2 Sectores afectados por la ejecución del PMRB en el análisis de encadenamientos.....	8
1.2. Supuestos específicos de la refinería modernizada.....	9
2. Análisis mediante el Modelo de Equilibrio General.....	12
2.1 Ejecución del PMRB y su efecto macroeconómico.....	13
2.2 Una refinería modernizada y sus efectos macroeconómicos.....	16
3. Encadenamientos sectoriales.....	19
3.1 Encadenamientos de la refinería de Barrancabermeja .....	19
3.2 Impactos de la ejecución del PMRB .....	22
3.3 Efecto de una refinería más moderna en funcionamiento .....	27
4. Conclusiones.....	32
Bibliografía.....	33

## **Renuncia de los Consultores:**

Este trabajo es producido por la Fundación para la Educación Superior y Desarrollo (Fedesarrollo). Los hallazgos, interpretaciones y conclusiones expresadas en el mismo no son responsabilidad de Ecopetrol. Fedesarrollo ha actuado con diligencia en la elaboración de este informe pero no se hace responsable por la verificación de la información proporcionada por Ecopetrol y terceros. Por lo tanto, Fedesarrollo y Ecopetrol no asumen ninguna responsabilidad por cualquier pérdida resultante producto de errores, omisiones o falsedades generadas a terceros.

Cualquier recomendación, opinión o hallazgo que esté en el Informe está basada en circunstancias y hechos que se observaron durante el momento en que Fedesarrollo realizó el Informe. Cualquier cambio en dichas circunstancias o hechos sobre los cuales se basa este reporte afectan adversamente las recomendaciones, opiniones o hallazgos contenidos en el mismo.

Este trabajo ha sido preparado por petición del Ecopetrol. El uso del mismo por parte de terceros sólo estará autorizado bajo consentimiento de Fedesarrollo y Ecopetrol y será utilizado bajo el propio riesgo de la persona solicitante. A su vez, Fedesarrollo y Ecopetrol no aceptarán ningún cargo de responsabilidad proveniente de la tercera persona que use este trabajo.

## Introducción

El Proyecto de Modernización de la Refinería de Barrancabermeja (PMRB) a la fecha completa más de dos años de ejecución desde su inicio de operaciones en 2011<sup>2</sup>. La ejecución del PMRB y la puesta en operación de una refinería modernizada tendrá efectos directos en el sector y en la economía del país. Con el objetivo de identificar los efectos a nivel nacional, Fedesarrollo por medio del presente estudio mide el impacto socioeconómico generado por el PMRB en la economía colombiana.

El estudio presenta los resultados de una serie de ejercicios que apuntan a cuantificar el impacto del PMRB a través del Modelo de Equilibrio General de Fedesarrollo (MEG) y con ayuda de la Matriz de Contabilidad Social se cuantifican los encadenamientos con otros sectores de la economía. Las estimaciones realizadas a partir de estas dos metodologías se realizaron a partir de la información disponible al momento de realizar el estudio, en particular la relacionada con los avances del PMRB y la estructura económica nacional por parte de Ecopetrol y el DANE respectivamente.

Este documento se divide en cuatro secciones adicionales a esta introducción. La primera sección presenta los supuestos generales, los cuales están directamente relacionados con la programación financiera y operativa de la ejecución del PMRB y el impacto permanente de la refinería modernizada sobre la economía colombiana. La segunda sección presenta los supuestos metodológicos y los resultados del análisis elaborado a través del MEGC de Fedesarrollo. La tercera sección presenta los supuestos metodológicos y los resultados del análisis de encadenamientos sectoriales. Finalmente la cuarta sección presenta un resumen de las principales conclusiones del estudio.

---

<sup>2</sup> El PMRB fue aprobado en cuanto a su inversión en 2011. Sin embargo es importante aclarar que dicho proyecto aún requiere de una resanción por parte de la Junta Directiva de Ecopetrol.

## 1. Supuestos generales

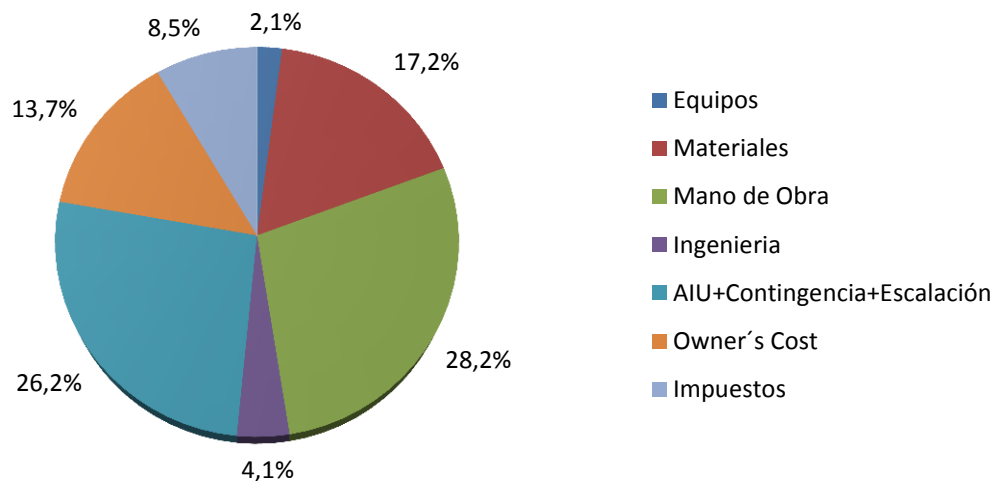
Esta sección presenta los supuestos utilizados para modelar los impactos del PMRB. Dichos supuestos se dividen en dos: un primer grupo incluye los supuestos de la programación financiera y operativa de la ejecución del proyecto, mientras que un segundo grupo presenta los supuestos relacionados con la entrada en operación de la refinería modernizada.

### 1.1. Supuestos específicos sobre la ejecución del PMRB

A la fecha se estima que el PMRB demandará una inversión de recursos que oscila entre \$4.900 y \$6,000 millones de dólares. De estos recursos se estima que el 35,3% serán invertidos directamente en Colombia mientras que los restantes se invertirán en bienes y servicios en el exterior. Asimismo, la distribución sectorial de la inversión a realizar en el país se distribuirá en diferentes sectores (ver Gráfico 1).

La ejecución del PMRB también requiere de la contratación de mano de obra en Colombia, ya sea directamente con la compañía o a través de sus contratistas, lo cual se estima podría representar el 28,2% del presupuesto. La inversión en hogares se midió a través de un choque de demanda al sector de “hogares” para los efectos inducidos; aquellos que aumentan el ingreso disponible a través de mayor empleo y por ende el gasto de los hogares en bienes de consumo.

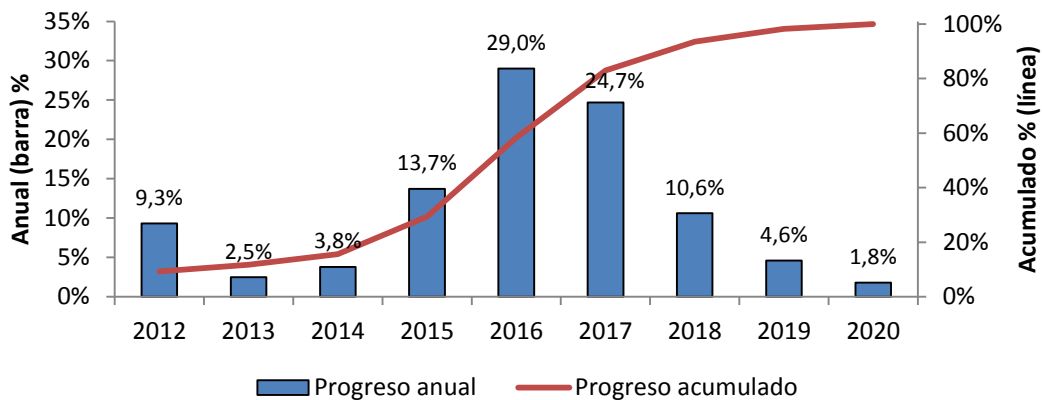
**Gráfico 1. Distribución estimada por rubro en Colombia de la inversión del PMRB**



Fuente: Cálculo de los autores basados en PMRB - Estimado de inversiones y de distribución de origen.

En cuanto a la programación relacionada con la ejecución del proyecto, el Gráfico 2 presenta la programación financiera y de desembolsos estimada para el PMRB<sup>3</sup>. Con base en dicha programación se construyeron los choques que año a año afectaron las funciones de inversión sectorial. De acuerdo a lo previsto inicialmente, se espera que la mayor cantidad de recursos se ejecuten en el periodo 2015-2017<sup>4</sup> cuando se realicen buena parte de las inversiones en construcción, maquinaria, equipo y mano de obra.

**Gráfico 2. Programación financiera para la ejecución del PMRB**



Fuente: Cálculo de los autores basados en PMRB - Estimado de inversiones y de distribución de origen.

### 1.1.1 Sectores afectados por la ejecución del PMRB en el análisis de MEGC de Fedesarrollo

De acuerdo con la información del proyecto, y con el fin de evaluar su impacto sobre otras ramas de la economía, se construyó una correlativa entre el estimado de las inversiones de la ejecución del PMRB y los sectores económicos incluidos en cuentas nacionales del 2007. La correlativa se presenta en el Cuadro 1.

<sup>3</sup> Se asume que la programación financiera de todo el proyecto es similar a la programación financiera de los recursos que serán invertidos en Colombia..

<sup>4</sup> Para efectos de cálculo, los desembolsos realizados durante el periodo 2006-2011 fueron acumulados en el año 2012. Es por eso que este año presenta un progreso en la ejecución financiera tan alto. Esta programación es indicativa y puede cambiar a partir de la aprobación requerida por parte de la Junta Directiva de Ecopetrol.

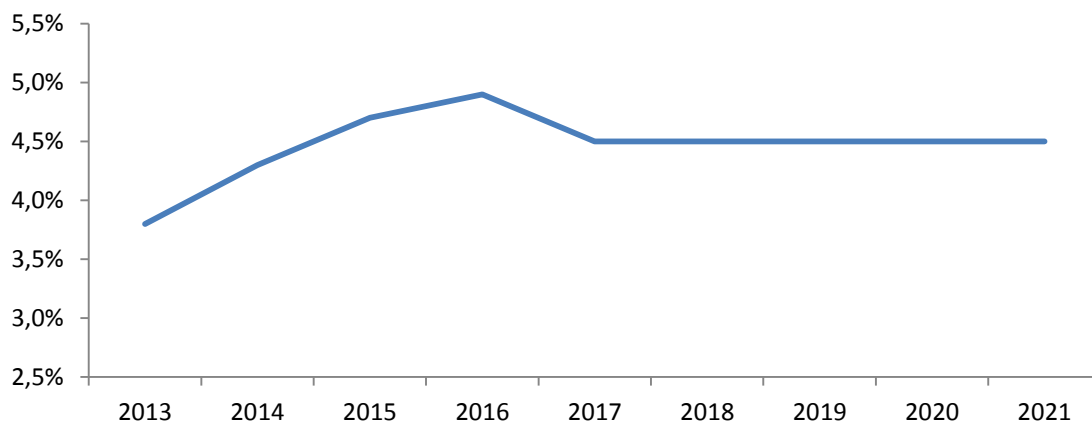
**Cuadro 1. Clasificación de la inversión del PMRB por sectores de acuerdo a Cuentas Nacionales de 2007.**

Categoría	Sector de la SAM	Porcentaje del rubro (%)
<b>Equipos</b>	Equipo de transporte y maquinaria y equipo.	2,15
<b>Materiales</b>	Construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario.	13,64
<b>Mano de Obra</b>	Salarios.	33,42
<b>Ingeniería</b>	Otros servicios.	19,24
<b>Owner's Cost</b>		
<b>AIU+Contingencia+ Escalación</b>	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos.	22,31
<b>Impuestos</b>	Gobierno.	9,23

Fuente: Cálculo de los autores basados en PMRB - Estimado de inversiones y de distribución de origen.

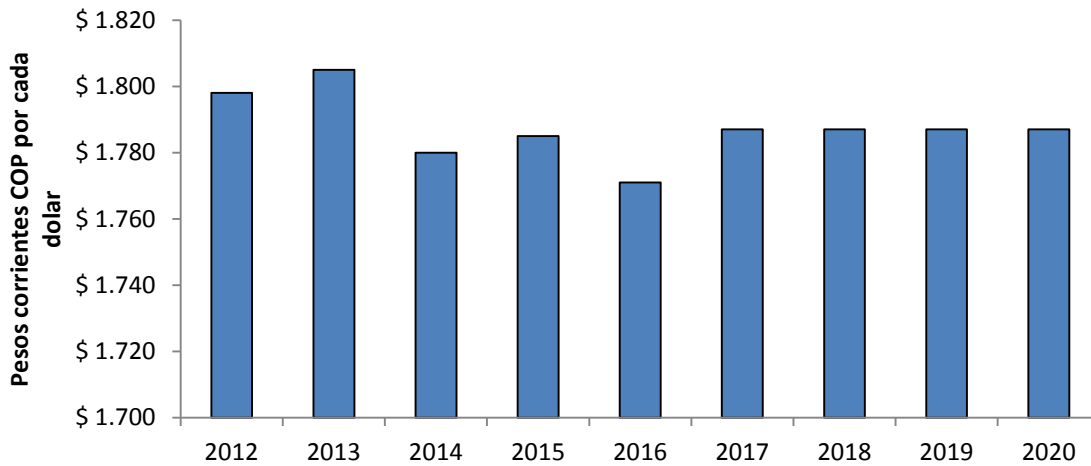
Además de esto, es necesario suponer una senda de crecimiento para el crecimiento del PIB y los demás macro-fundamentales. El Gráfico 3 y el Gráfico 4 muestran las últimas proyecciones de Fedesarrollo para el crecimiento del PIB y la TMR de dólar en el país, respectivamente.

**Gráfico 3. Proyección de crecimiento del PIB de Colombia para el periodo 2013-2021.**



Fuente: Fedesarrollo

**Gráfico 4. Proyección del promedio anual de la Tasa Representativa del Mercado de dólares para Colombia en el periodo 2012-2021.**



Fuente: Fedesarrollo.

### 1.1.2 Sectores afectados por la ejecución del PMRB en el análisis de encadenamientos

El análisis de encadenamientos sectoriales se alimenta de cuentas nacionales del 2010. En ese sentido, la diferencia entre cuentas nacionales del 2007 y 2010 radica en el número de sectores contabilizados. En particular, mientras que la versión del 2007 de cuentas nacionales contabiliza un total de 23 sectores, la versión de 2010 contabiliza 61.

En consecuencia, se presenta una correlativa en el Cuadro 2 construida para cuentas nacionales del 2010, la cual sirve para evaluar el impacto de la ejecución del PMRB sobre otras ramas de la economía.



**Cuadro 2. Clasificación aproximada de la inversión PMRB por sectores para la estimación de impactos (%).**

Categoría	Sector de la SAM	Porcentaje del rubro (%)
<b>Equipos</b>	Equipo de transporte Y maquinaria y equipo.	2,0
<b>Materiales</b>	Construcción de obras civiles y servicios de arrendamiento de equipo con operario.	17,2
<b>Mano de Obra</b>	Salarios.	28,2
<b>Ingeniería</b>	Otros servicios	30,2
<b>Owner's Cost</b>		
<b>AIU+ Contingencia+ Escalación</b>	Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos.	13,7
<b>Impuestos</b>	Gobierno.	8,4

Fuente: Cálculo de los autores basados en PMRB - Estimado de inversiones y de distribución de origen.

## 1.2. Supuestos específicos de la refinería modernizada

Otro efecto adicional a la ejecución del PMRB que debe ser tenido en cuenta es la entrada en operación de la refinería modernizada. Tener una refinería más eficiente y con mayor capacidad de carga de crudo genera también efectos positivos sobre la economía colombiana, particularmente a partir de un crecimiento en el sector de refinados.

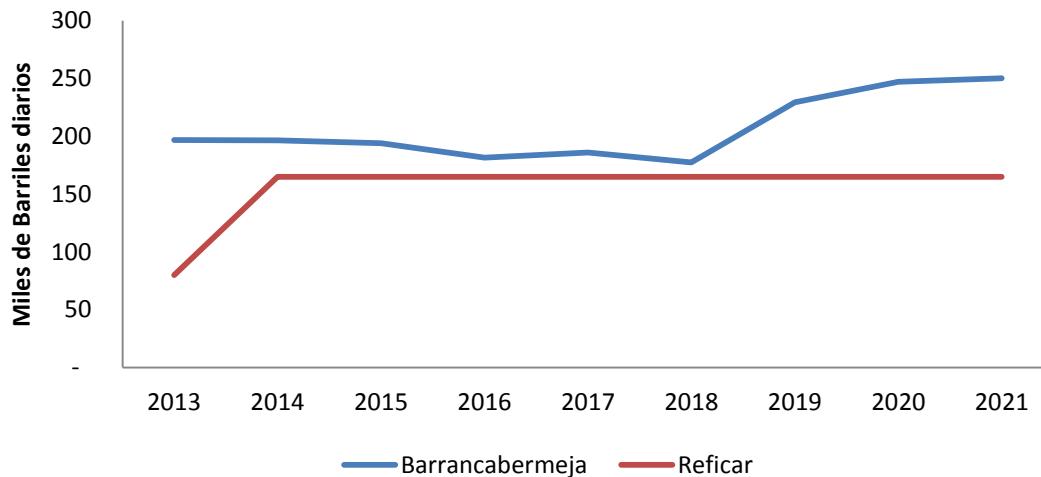
Para estimar este segundo efecto es necesario hacer algunos supuestos que se muestran a continuación. En primer lugar, es necesario establecer qué proporción de la información sobre producción de refinados de petróleo disponible en Cuentas Nacionales se debe a la Refinería de Barrancabermeja. Luego, se debe cuantificar el cambio tecnológico y el cambio en la carga promedio diaria de la refinería; es decir, estimar el aumento en el valor de la producción que se deriva de la modernización.

Para establecer la proporción de la producción de refinados que es aportada por la Refinería de Barrancabermeja se utilizó información oficial sobre las cargas de las Refinerías de Barrancabermeja y Cartagena (Véase el Cuadro 3) y las proyecciones que se tienen de las mismas para el periodo 2013 y 2021.

La carga de Barrancabermeja en 2013 es de 196 mil barriles diarios (71,08%) mientras que Cartagena sólo produce, 80KBD (28,92%). Estas participaciones permiten dimensionar de

forma correcta el efecto de la refinería modernizada dentro de su categoría y en la economía nacional para el presente año.

**Cuadro 3. Participación y carga total de cada refinería.**



Fuente: Cálculos de Fedesarrollo con base en supuestos de Ecopetrol.

No obstante, teniendo en cuenta el impacto que tendrán los proyectos de modernizaciones de ambas refinerías en el mediano plazo, es necesario tener en cuenta las participaciones proyectadas a 2021.

En promedio, durante los próximos 7 años, la refinería modernizada de Barrancabermeja consumirá el 57,2% de las cargas de hidrocarburos destinadas a la producción de refinados. Bajo este supuesto, se calcularon los choques en producción, consumo de insumos y aportes de capital y trabajo que representa la modernización teniendo en cuenta el tamaño relativo de la refinería a futuro en su sector.

El cociente estimado de la senda de los valores de producción entre 2015 y 2021 estimados por Ecopetrol se utiliza como base para expandir a través del valor de producción los efectos de la refinería modernizada. Con base en la anterior premisa, el Cuadro 4 muestra los cambios marginales producidos por la modernización de la refinería, los cuales fueron computados en el cálculo elaborado según la metodología empleada.

Por último, en todas las modelaciones se asumió que el precio de la gasolina es regulado y su diferencia con el precio de mercado es financiada por el gobierno.

**Cuadro 4. Efectos marginales estimados para la refinera modernizada 2013-2021. (%)**

	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
<b>Valor de ventas de ref.</b>	-1,1%	-0,4%	1,4%	-4,9%	29,0%	20,6%	2,4%

Fuente: Cálculo de los autores basados en PMRB. Estimado del valor de ventas de refinados y cargas diarias.

## 2. Análisis mediante el Modelo de Equilibrio General

Los MEGC son conjuntos de ecuaciones con sentido económico que buscan representar el funcionamiento de la economía de un país. Usan datos reales para estimar cómo reacciona la economía como un todo ante cambios tecnológicos, reformas de política u otros choques que modifiquen su funcionamiento general. Estos modelos son ampliamente utilizados para la evaluación de políticas y proyectos pues no se limitan a analizar sus efectos directos sino que, al analizar las interrelaciones entre todos los mercados de la economía, sacan a la luz efectos indirectos de los proyectos mucho más sutiles y difíciles de prever. Otra de sus ventajas es que, al estar calibrados a la realidad económica permiten cuantificar los efectos macroeconómicos del choque<sup>5</sup>.

La estimación de los impactos a partir del MEGC se divide en dos etapas. La primera mide los impactos estimados de la ejecución del presupuesto del PMRB, mientras que el segundo cuantifica los efectos de una refinería modernizada. A continuación se presenta en detalle los resultados para cada uno de estos análisis.

Un elemento clave en los MEGC es la forma en que se cierran los mercados para la estimación de los efectos macroeconómicos. En ese sentido, la forma en la que se financia el proyecto determina dichos cierres. Cálculos gruesos estiman que un 80% de los recursos para financiar el proyecto vendrán del exterior y el 20% restante se financiará con recursos internos<sup>6</sup>.

Con el fin de acercarse lo más posible a la realidad colombiana y a lo que será el PMRB, es necesario definir los cierres macroeconómicos de los tres mercados: el fiscal, el externo y el privado, de la siguiente manera:

- Siguiendo la propuesta de la Regla Fiscal que está en este momento en curso en el Congreso, el balance fiscal del Gobierno Central es exógeno, se mantiene constante, y se alcanza con un esquema de impuestos endógenos. Es decir, la ejecución del PMRB no tiene efectos, ni positivos, ni negativos, en el balance del Gobierno Central, quien se encarga de equilibrar sus finanzas a través de ajustes en ingresos o gastos.

---

<sup>5</sup> No obstante, los modelos de equilibrio general se limitan a un análisis económico. En este caso específico, se dejan de lado otro tipo de efectos del PMRB tales como los de carácter ambiental.

<sup>6</sup> Se presentarán los escenarios extremos en que la totalidad del proyecto se financia internamente, y el escenario en el que la totalidad se financia externamente.

- La tasa de cambio es flexible y es la que equilibra la balanza de pagos.
- La inversión privada es exógena, y es impulsada por el PMRB en un 20% con recursos internos (i.e. ahorro disponible) y en un 80% por recursos externos.

## 2.1 Ejecución del PMRB y su efecto macroeconómico.

La ejecución del PMRB se modeló como un conjunto de choques de inversión en los sectores que recibirían inversiones durante la ejecución del proyecto y que fueron identificados en la sección anterior (Véase Cuadro 5). Los choques siguen el flujo estimado de desembolsos planteado por el Plan de Ejecución del Proyecto (PEP)<sup>7</sup>.

El Cuadro 5 presenta la diferencia de crecimiento entre el escenario con y sin proyecto para el periodo 2013-2020, año en que se estima estará terminado el proyecto. Es necesario resaltar que este cuadro tiene como base implícita el año 2007, debido a que este es el año para el que están disponibles las matrices insumo del MEGC de Fedesarrollo. Sin embargo, el modelo estima los efectos entre el 2012 y el 2020.

Los efectos más importantes de la ejecución del PMRB provienen de los recursos de inversión inyectados en la economía (entre 1,78 y 2,1 billones de dólares). Para modelar dichos efectos, se supuso que el 80% de los recursos invertidos en el proyecto provendrían del exterior, lo que implicaría una monetización considerable de dólares a pesos y sus respectivos efectos cambiarios y sobre la balanza comercial. A su vez, la importación de maquinaria comprada por Ecopetrol en el exterior tendrá un efecto contable importante sobre las importaciones. Como consecuencia de lo anterior, se observaría una caída en la cuenta corriente (exportaciones menos importaciones).

El aumento estimado del PIB producto de la ejecución del PMRB es de aproximadamente 0,2%. Tal efecto es el resultado de un incremento en la inversión sectorial, lo que repercute en un aumento de la demanda por bienes, servicios y mano de obra, y que trae por consecuencia un aumento en el consumo y la inversión. Lo que queda de esta sección se dedica a comentar en mayor detalle los efectos macroeconómicos más importantes.

---

<sup>7</sup> Es decir que se supone que el componente de inversión interna se distribuye igual que la inversión total.

**Cuadro 5. Efectos estimados producidos por la ejecución del PMRB para el escenario 80-20 (2013-2020).**

Variable	2012-BaU*	2020-BaU*	2020-PMRB*	% dif acum.
<b>PIB Real</b>	524,1	760,5	761,9	0,2
<b>Consumo</b>	329,8	477	484,3	1,5
<b>Inversión</b>	135,8	189,5	191,9	0,8
<b>Índice de Tasa de Cambio Real</b>	1,0	1,096	0,988	-1,2
<b>Exportaciones</b>	85,1	123,1	121,4	-1,4
<b>Importaciones</b>	113,4	155	166,4	7,3

Fuente: autores, basado en el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo y datos de Ecopetrol. \*En precios constantes de 2007

- *Producción.*

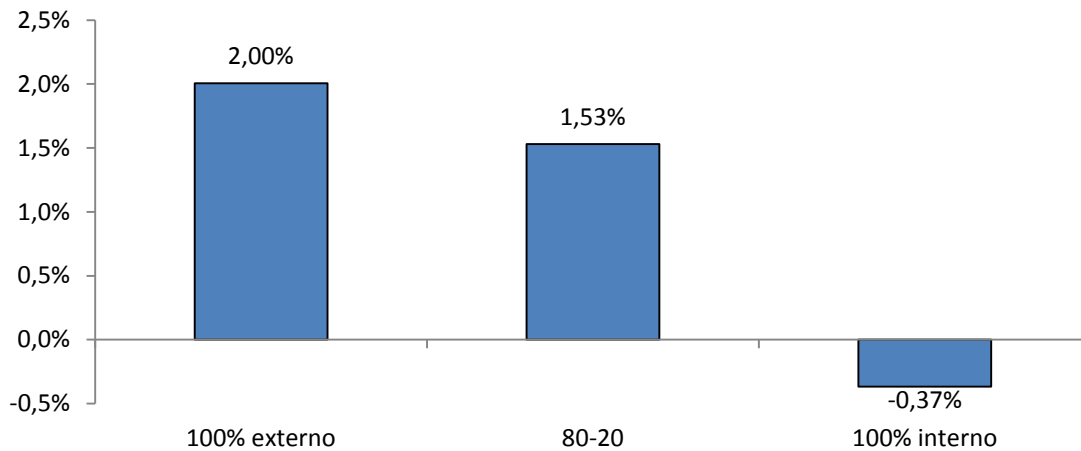
Según cálculos de Fedesarrollo, la modernización de la refinería aumenta la producción de la economía y por consiguiente el ingreso disponible de los colombianos. Recuérdese que el choque estimado se hace con base en el flujo de desembolsos estimado en el Plan de Ejecución del Proyecto, el cual prevé inversiones entre 2013 y 2020. Se estima que el mayor efecto se da en 2017, año en el que se calcula que el PIB crezca 3 puntos básicos por encima del que sería su crecimiento en ausencia del proyecto. Para todos los años, el crecimiento en el escenario con proyecto es mayor al escenario sin proyecto, y la diferencia varía entre 1 y 3 puntos básicos.

- *Consumo*

El efecto neto estimado sobre el consumo es positivo. Sin embargo, es importante decir que este efecto depende de la forma en que se financie el PMRB. Si se utilizan recursos internos, es decir, ahorro nacional, el consumo se reduciría. Si el PMRB se financia con recursos externos, el consumo aumentaría.

Como lo muestra el Gráfico 5, en el escenario en que la modernización se financia únicamente con ahorro interno, se prevé una leve caída en el consumo privado. La caída se da porque el mayor requerimiento de ahorro para financiar la inversión reduce el ingreso disponible para consumo de los hogares. Se sigue de ahí que hay un efecto negativo, el cual se espera afecte el consumo, aunque no en una cuantía importante (0,37%). Por el contrario, cuando el capital proviene del exterior, los hogares no se verían presionados a consumir menos. Por el contrario, aumentarían su consumo debido a los mayores ingresos disponibles (2,0%). El escenario real se encuentra entre los dos extremos. Es decir, el consumo de los hogares presenta un crecimiento debido al mayor ingreso disponible debido a los recursos traídos del exterior para financiar el PMRB.

**Gráfico 5. Efectos estimados sobre el consumo producido por la ejecución del PMRB (Acumulado-Con respecto al BaU)**



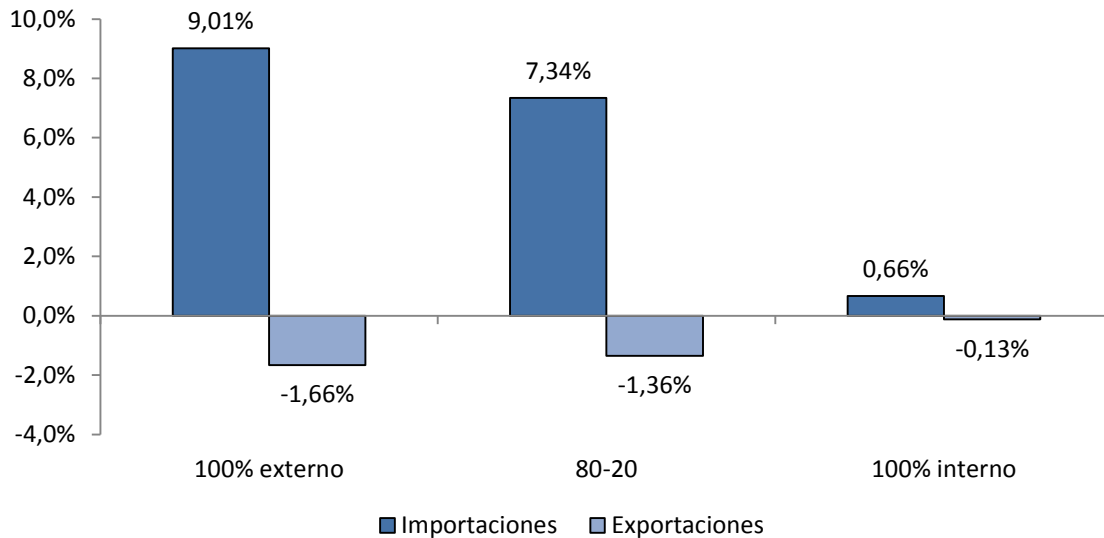
Fuente: autores, basado en el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo.

- *Tasa de cambio y cuenta corriente*

La otra cara de los efectos estimados está dada por la tasa de cambio. Se estima que un financiamiento externo aumente la demanda de moneda local, lo que presiona al alza la tasa de cambio. Como se mostró en el Cuadro 5, la revaluación bajo el escenario base (i.e. 80-20) es de aproximadamente el 1,2%. Como el peso gana valor frente el dólar, las exportaciones se reducen y las importaciones aumentan, generando un deterioro en la cuenta corriente del país.

El Gráfico 6 presenta las magnitudes de los efectos estimados bajo este escenario y bajo los dos escenarios del análisis de sensibilidad. Se estima que si el proyecto se financiara enteramente en el exterior, las exportaciones caerían 9,0% mientras que las importaciones aumentarían 1,6%. Si por el contrario un 20% de los recursos provinieran de capital local, se estima que la caída en las exportaciones se reduciría al 0,1% y el aumento en importaciones a 0,6%. Nótese que en el caso en que todo el financiamiento sea interno, los efectos sobre la cuenta corriente serán casi nulos (como era de esperar).

**Gráfico 6. Efectos estimados sobre la Cuenta Corriente frente a BaU.**



Fuente: autores, basado en el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo.

#### - *Cuentas fiscales*

Toda la modelación se hace bajo el supuesto de que el déficit fiscal se mantiene constante como porcentaje del PIB. Por lo tanto las sendas de ingresos y gastos no difieren en los escenarios con y sin modernización de la refinera.

Para resumir, se estima que el PMRB tendrá un efecto positivo y pequeño sobre el crecimiento. Sin embargo, los exportadores se podrían ver afectados. Este escenario se puede reducir en la medida en que una parte del financiamiento se haga con capital interno.

## 2.2 Una refinera modernizada y sus efectos macroeconómicos

La entrada en operación de una refinera más moderna tienen efectos positivos sobre la economía. Lo anterior teniendo en cuenta que una refinera más moderna implica un cambio tecnológico que impacta la producción de refinados en el país. Esto es importante porque los refinados del petróleo son consumidos por la gran mayoría de sectores de la economía.

El Cuadro 4 muestra los choques calculados que fueron computados en el MEGC. Dichos choques (Véase la Sección 1.2) fueron elaborados teniendo en cuenta los efectos relacionados con la capacidad de carga diaria de petróleo que la refinera modernizada soportará y la capacidad de producción de productos refinados con mayor valor agregado



siguiendo el esquema de producción descrito en las matrices de contabilidad social del DANE. En ese sentido, los dos efectos mencionados fueron introducidos en los parámetros relacionados en el MEGC para que se realizaran los cálculos respectivos de acuerdo al sistema de ecuaciones económicas que se asemejan a la estructura productiva, de consumo e inversión de la economía colombiana.

Brevemente, el Cuadro 6 muestra que el efecto estimado de una refinería más moderna funcionando sería del 2,0% por encima del crecimiento pronosticado sin la modernización de la misma.

**Cuadro 6. Cuadro resumen. Comportamiento estimado de las principales variables macroeconómicas. Variación acumulada a 2021 (%).**

	2013 BaU*	2021 BaU*	2021 PMRB*	% dif
<b>PIB Real a Precios de Mercado</b>	512,6	790,9	806,8	2,0
<b>Exportaciones</b>	94,4	131,8	143,5	8,9
<b>Importaciones</b>	112,6	147,1	144,9	-1,5
<b>Ingreso del Gobierno</b>	<b>136,6</b>	192,5	196,4	2,0
<b>Impuestos, transferencias y dividendos de Ecopetrol al GNC</b>	<b>30,4</b>	38,1	38,9	1,0
<b>Impuestos e ingresos del resto de la economía</b>	<b>106,2</b>	154,4	157,5	1,0
<b>Gasto del Gobierno</b>	<b>149,8</b>	215,8	220,1	2,0

Fuente: autores, basado en el modelo de equilibrio general computable de Fedesarrollo y datos de Ecopetrol. \*Billones de pesos a precios constantes de 2007.

La modernización de la refinería también trae efectos positivos sobre la balanza comercial. Esto se debe a que la refinería modernizada permite suplir en mayor medida la demanda interna por diésel, reduciendo así las cargas importadas del extranjero, las cuales son necesarias actualmente para suplir el mercado local. A su vez, las exportaciones sufren un aumento considerable a causa del mayor valor de los productos refinados con potencial exportador y debido también al mejoramiento de los términos de intercambio en sectores no necesariamente relacionados con el petroquímico.

En cuanto al balance fiscal del Gobierno Nacional Central es importante recordar que dado los supuestos del modelo (Véase la sección 2.1), dicho balance es exógeno, se mantiene constante, y se alcanza con un esquema de impuestos endógenos. En ese sentido, el Cuadro 6 muestra un crecimiento de los ingresos y gastos del gobierno en un 2,0%. Este efecto se debe principalmente al incremento en la actividad económica producto de la modernización de la refinería y su correspondiente aumento en el recaudo y gasto de los impuestos.

En términos del origen de los nuevos ingresos recaudados por concepto de impuestos, se estima que Ecopetrol aportará un 1,0% debido al pago de dividendos, impuestos (renta, ICA, etc) y transferencias hacia el gobierno nacional central. Esto en consonancia con los efectos esperados por el aumento de la utilidad bruta en el Balance de Pérdidas y Ganancias de la compañía, el pago correspondiente de impuestos y las transferencias al gobierno producto del pago de dividendos. El restante 1,0% se estima será aportado por el resto de la economía y provendrá de la nueva actividad económica asociada a los sectores beneficiados con la modernización de la refinería y su respectiva carga impositiva.

Como se explicó arriba, el gasto crece de tal forma que mantiene el balance fiscal. Modelar los beneficios de ese nuevo gasto gubernamental se encuentra fuera de la capacidad del modelo debido principalmente a los procesos políticos y de decisiones que rodea la elaboración del presupuesto nacional en el Congreso de la República. Sin embargo, es importante mencionar que estos nuevos recursos, utilizados diligentemente pueden beneficiar variables asociadas a la distribución del ingreso y las condiciones de vida de la población.

### **3. Encadenamientos sectoriales**

Los encadenamientos hacia atrás están relacionados con el estímulo que genera un sector particular como los refinados sobre los niveles de producción de sus proveedores y el resto de sectores de la economía. También permiten estimar el tamaño relativo de las cadenas productivas y los efectos esperados de choques a los eslabones.

En general los encadenamientos se interpretan de acuerdo a la magnitud de sus multiplicadores; el número de veces que se amplifica una unidad adicional inyectada en el sector de interés sobre las estructuras de demanda y oferta relacionadas.

A continuación se muestran las estadísticas generales de la contribución de la refinería de Barrancabermeja, sus encadenamientos hacia atrás y sus efectos multiplicadores sobre la economía colombiana. Dichas estadísticas reflejan la realidad actual de la refinería y no tienen en cuenta la ejecución del PMRB. Posteriormente, se cuantifica el impacto de la ejecución del proyecto, así como de la entrada en operación de la refinería modernizada.

#### **3.1 Encadenamientos de la refinería de Barrancabermeja**

El estímulo que genera la refinería de Barrancabermeja sobre la producción de sus proveedores directos, así como de estos últimos sobre sus propios proveedores, hogares y gobierno para 2010 asciende a los \$11,6 billones de pesos. La discriminación de este rubro por sector de origen, es decir los encadenamientos directos hacia atrás en consumo intermedio, se pueden observar en el Cuadro 7.

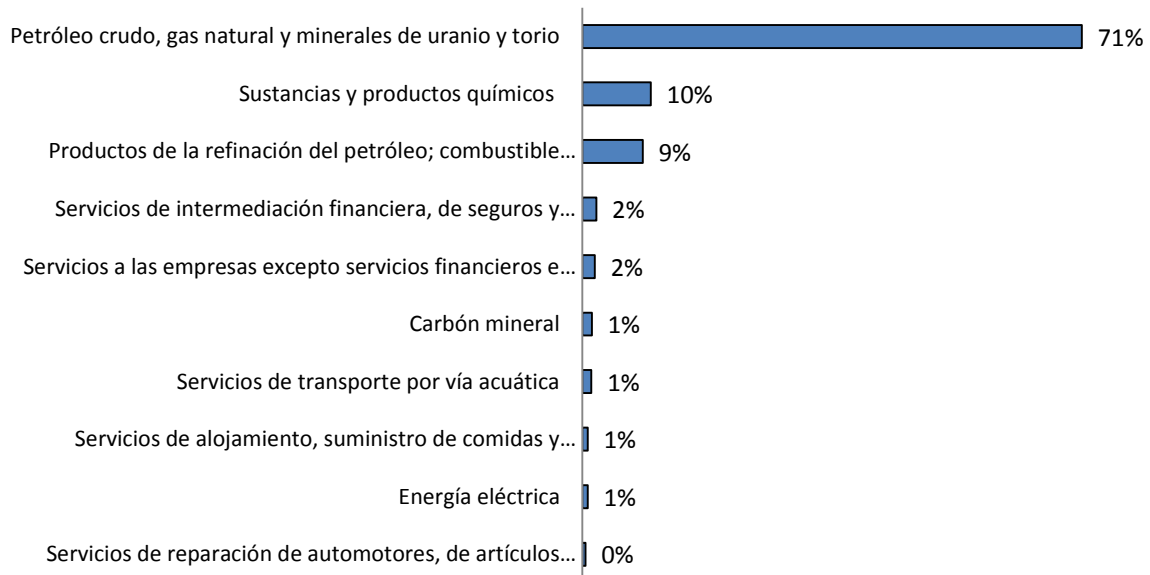
La demanda de la refinería a sus proveedores directos muestra una gran concentración. La refinería hace uso intensivo de petróleo crudo para su producción, el cual representa el 71% de su demanda total por insumos. Adicionalmente, demanda productos dentro del sector de carbón, transporte y refinados que representan el 9,8%, 8,7% y 2,0% (Véase Gráfico 7).

**Cuadro 7. Principales encadenamientos directos hacia atrás en consumo intermedio  
(Miles de millones de pesos 2010)**

Sector	Consumo intermedio	(%)
Petróleo crudo, gas natural y minerales de uranio y torio	6.113	71%
Carbón mineral	840	10%
Servicios de transporte por vía acuática	742	9%
Productos de la refinación del petróleo; combustible nuclear	172	2%
Servicios de reparación de automotores, de artículos personales y domésticos	152	2%
Servicios de alojamiento, suministro de comidas y bebidas	116	1%
Energía eléctrica	111	1%
Servicios de intermediación financiera, de seguros y servicios conexos	68	1%
Sustancias y productos químicos	67	1%
Servicios a las empresas excepto servicios financieros e inmobiliarios	38	0%
<b>Total</b>	<b>11.646</b>	<b>71%</b>

Fuente: Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010

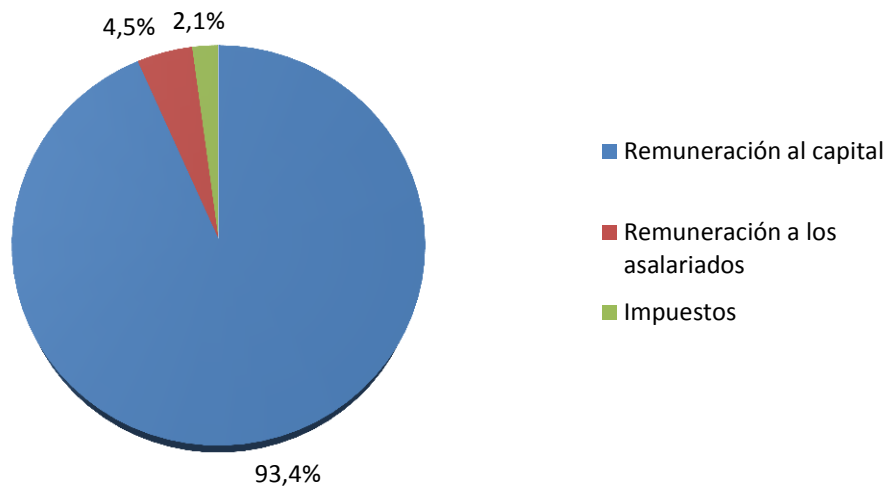
**Gráfico 7. Encadenamientos directos hacia atrás en consumo intermedio, participación.**



Fuente: Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010

Por otro lado, el valor agregado<sup>8</sup> que genera la Refinería de Barrancabermeja asciende a \$9,2 billones y representa un 48% de la producción del sector y un 1,8% del total de valor agregado de la economía. Como se puede detallar en el Gráfico 8, las remuneraciones al capital tienen la mayor participación por 94,3% lo cual evidencia que este sector es bastante intensivo en capital. El factor trabajo representa tan solo el 4,5% del valor agregado y los impuestos a la producción alcanzan tan solo el 2,1%<sup>9</sup> restante.

**Gráfico 8. Composición del valor agregado**



Fuente: Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010

Al ser las funciones de producción estrictamente lineales respecto a los factores de producción, se esperaría que el efecto marginal de una unidad adicional sobre el resto de la economía fuese inversamente proporcional a la participación de los mismos en los agregados sectoriales.

Dada la metodología de construcción de estos multiplicadores, la cual asume una estructura de costos invariable en el mediano plazo, los multiplicadores se mantienen en el tiempo y no dependen de los niveles de producción sino del tamaño relativo del efecto

<sup>8</sup> Suma de los ingresos factoriales de la refinería: Salarios, remuneración e ingreso mixto.

<sup>9</sup> Teniendo en cuenta la metodología de construcción de las cuentas nacionales, solo es posible medir el impacto de una porción de los impuestos a la producción. Estos hacen referencia a los impuestos que pagan las compañías por la utilización de los factores de producción y corresponden a los pagos por SENA, ICBF, impuesto de timbre, impuesto de rodamiento, avisos y tableros y el impuesto de industria y comercio (ICA). Los efectos de otros impuestos como el IVA, considerados como impuestos a los productos, no son calculados.

sector con respecto al efecto total. Es decir, del efecto generado directamente por la operación de la refinería como proporción del efecto total, que agrupa a los proveedores directos, indirectos y los hogares.

El multiplicador de la refinería en consumo intermedio, muestra como por cada peso de consumo intermedio gastado por la refinería dentro del mismo sector, en la economía se generan \$4,39 pesos por este concepto. Este multiplicador muestra un amplio impacto de la actividad de la refinería sobre sus proveedores directos, indirectos y los hogares. Cuando se tiene en cuenta la inversión, que específicamente corresponde a compras de equipo de transporte, maquinaria y equipo, construcción y reparación de edificaciones y construcción de obras civiles<sup>10</sup>, el estudio estima que por cada peso invertido por la refinería, se genera una inversión de \$2,26 pesos en la economía.

**Cuadro 8. Multiplicadores estimados de la Refinería de Barrancabermeja**

Consumo intermedio	4,39
Inversión	1,32
Valor agregado	1,25
Remuneración al capital	2,21
Remuneración al trabajo	1,43
Impuestos	8,50

Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

En el Cuadro 7 se presentan todos los multiplicadores para el sector de refinación de petróleo. Esta medida muestra cuantas veces se replica un peso adicional en refinados sobre el resto de la economía. Cuanto mayor sea este multiplicador, mayor es la injerencia de este sector sobre el resto dada la magnitud relativa y la estructura de la oferta intersectorial de 2010.

### 3.2 Impactos de la ejecución del PMRB

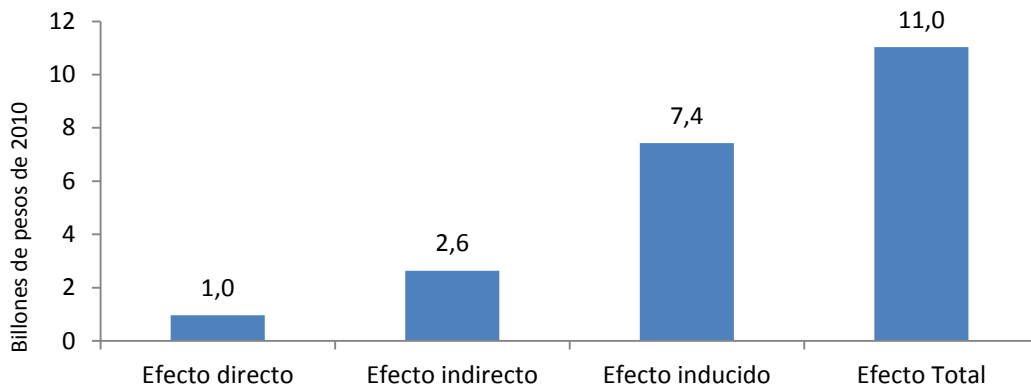
El impacto de la ejecución del PMRB sobre el resto de sectores de la economía se calculó a partir de choques marginales de inversión de acuerdo a las demandas del proyecto. Lo anterior teniendo en cuenta que la realización del PMRB implica un aumento en la producción de otros sectores para satisfacer la demanda originada.

---

<sup>10</sup> Es decir, la inversión analizada en este estudio hace referencia a una fracción del consumo intermedio de la refinería.

Teniendo en cuenta los supuestos expuestos anteriormente, a continuación se muestran los efectos directos estimados (es decir los recursos inyectados directamente por el PMRB a la economía y los efectos estimados de los proveedores nacionales directos de este proyecto), indirectos (sobre los proveedores indirectos) e inducidos del proyecto (que tienen en cuenta la actividad económica de los hogares) sobre el consumo intermedio, el valor agregado de la economía y el empleo.

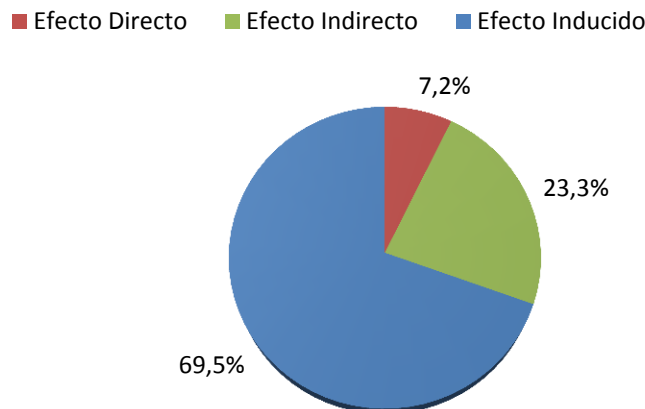
**Gráfico 9. Efectos del PMRB sobre el consumo intermedio**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

El Gráfico 9 muestra en detalle los efectos directos, indirectos e inducidos del PMRB sobre el consumo intermedio de la economía nacional en billones de pesos. Según las estimaciones realizadas, el efecto total sobre el consumo intermedio alcanzará los \$11 billones de pesos, de los cuales \$1,0 billones son producidos por el efecto directo, \$2,6 billones por el efecto indirecto y \$ 7,4 por el efecto inducido.

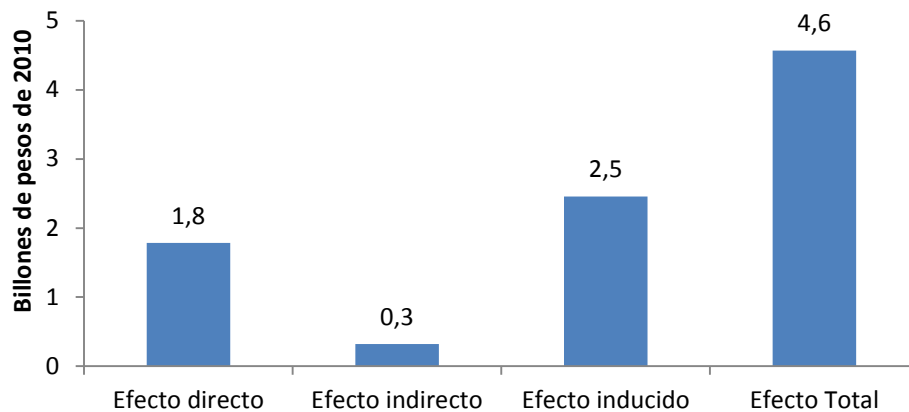
**Gráfico 10. Composición estimada de los efectos sobre el consumo intermedio**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

Por su parte, el efecto del PMRB sobre el valor agregado de la economía asciende a los \$4,4 billones de pesos, de los cuales \$1,6 billones corresponden al efecto directo, \$0,28 billones al efecto indirecto y \$2,6 billones al efecto inducido.

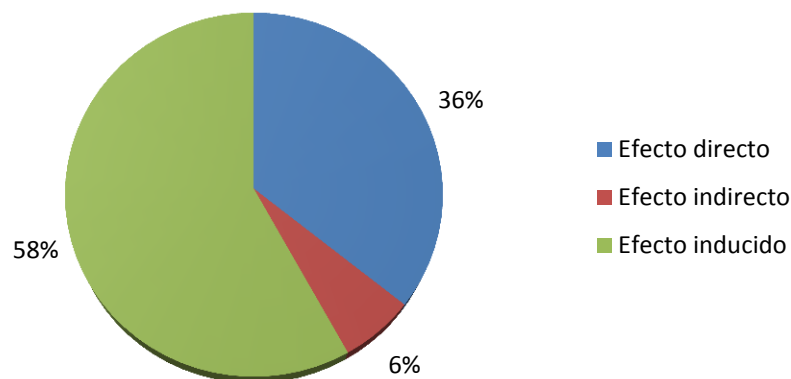
**Gráfico 11. Efectos del proyecto sobre el valor agregado de la economía  
(Billones de pesos de 2010)**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

A partir de estos resultados se puede concluir que el valor agregado que se generará en la economía se concentra en los sectores que son proveedores directos del sector de refinados y a través de una mayor demanda de trabajo que en general beneficiará a los hogares.

**Gráfico 12. Composición de los efectos del proyecto sobre el valor agregado de la economía**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.



De esta manera, por cada peso de consumo intermedio y de valor agregado generado por el PMRB, se estima que la economía genera \$11 y \$3 pesos respectivamente por el mismo concepto. Este impacto significativo sobre la economía es en gran parte generado por el considerable aumento en la demanda de mano de obra, la cual magnifica los efectos inducidos.

El impacto de la ejecución del PMRB también afecta variables como el empleo<sup>11</sup>, no solo por el personal necesario para la realización de obras civiles y manejo de maquinaria sino también a través de las compras de los suministros al resto de sectores involucrados. La contratación directa de personal se estima en 8.498 puestos de trabajo, de los cuales 1.705 se generan en maquinaria y equipo y 6.794 en construcción de obras civiles. Estos empleos se crearán por al menos un mes y en alguno de los años de ejecución del PMRB<sup>12</sup>.

La contratación directa no es el único rubro del PMRB que afecta la demanda de empleo. La compra de los suministros necesarios para la obra, se puede interpretar como un choque positivo a la demanda de los diferentes sectores. En consecuencia, estos deben aumentar su oferta y por lo tanto contratar más personal para poder suplir estos requerimientos.

La demanda directa e indirecta por personal se interpreta como el efecto directo del encadenamiento del empleo. Al proyectar esta cifra para el resto de la economía se obtienen los resultados presentados en el Gráfico 13.

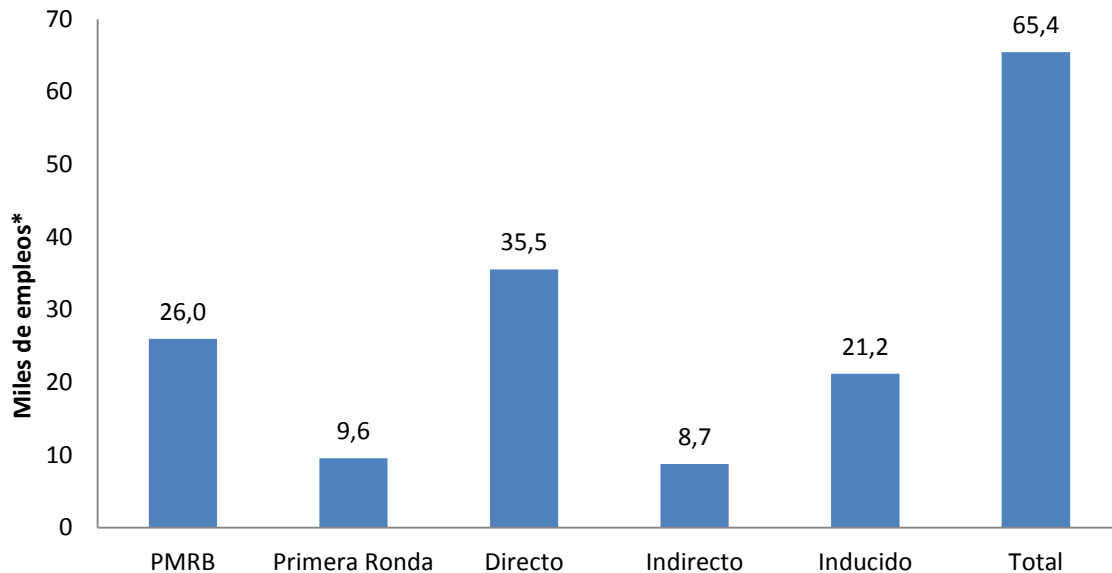
La metodología de encadenamientos permite también distinguir los sectores donde se generará la mayor cantidad de empleo. Los sectores directamente involucrados como la construcción o la operación de maquinarias y equipo serán los que más trabajadores demandarán.

---

<sup>11</sup> Las fuentes de información utilizadas para el cálculo de los encadenamientos de empleo son Ecopetrol, la encuesta anual manufacturera, la gran encuesta integrada de hogares y el sistema de cuentas nacionales del DANE.

<sup>12</sup> Se asume además, por motivos de disponibilidad de datos, que no hay movilidad laboral intersectorial ni entre frentes de obra.

**Gráfico 13. Efectos del proyecto sobre el empleo nacional**



\* Puestos de trabajo de un mes o más tiempo durante la realización del PMRB. Se asume inmovilidad laboral entre frentes de obra y sectores de la economía.

\*\* El efecto PMRB corresponde a la contratación directa del proyecto y a la de proveedores directos.

\*\*\* El efecto directo corresponde a la suma de empleos generados por el PMRB y de primera ronda.

\*\*\*\* El efecto total corresponde a la suma de empleos directos, indirectos e inducidos.

Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

El efecto inducido nos permite ver el aumento en el empleo gracias al crecimiento del gasto de los hogares. A su vez, el crecimiento en el gasto proviene de una mayor cantidad de salarios en la economía que reciben los trabajadores vinculados con el PMRB. El impulso que reciben el resto de sectores generará una demanda por 21 mil trabajadores más.

En total se estima que el PMRB creará cerca de 65 mil puestos de trabajo en la economía, de los cuales el 54% se vinculará directamente o a través de los proveedores de insumos. El siguiente 14% se generará en el resto de sectores de la economía y el restante 32% se por el aumento del consumo de los hogares involucrados en estas cadenas productivas.

### 3.3 Efecto de una refinería más moderna en funcionamiento

El PMRB determina una mejora en los porcentajes de conversión de la refinería, implicando cambios en el valor de su producción. Según la senda de los valores de producción entre 2013 y 2021 estimada por Ecopetrol, para los escenarios con y sin PMRB, se realizan las estimaciones de los impactos directos y totales de este incremento, siendo posible inferir el costo de oportunidad que tendría el no llevar a cabo el PMRB.

Los efectos calculados muestran impactos importantes de la refinería modernizada sobre variables como el consumo intermedio, la inversión, el valor agregado, el pago al capital y al trabajo de la economía. El Cuadro 9 resume los efectos directos y totales en la economía para cada una de estas variables.

**Cuadro 9 Resultado de la operación directa de la refinería y sus proveedores en billones de pesos**

	Efecto directo	Efecto Total
Consumo intermedio	2,86	12,56
Inversión	0,234	0,529
Valor Agregado	5,03	6,66
Remuneración al capital	4,57	5,72
Remuneración al trabajo	0,36	0,80
Impuestos	0,10	0,14
Empleos*	300	1.618

\* Este corresponde al número estimado de empleos directos adicionales que se generarán a partir de la entrada en operación de la refinería modernizada. No incluye primera ronda

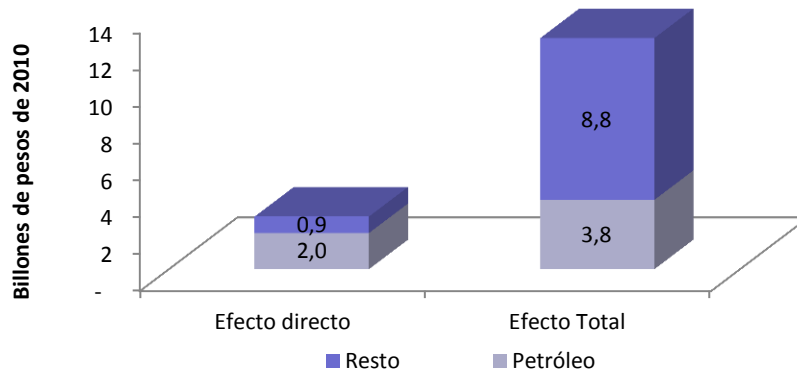
Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

En lo que resta de esta sección, los efectos estimados que se encuentren como resultado de este ejercicio son discriminados entre aquellos generados dentro del sector petróleo y por fuera del mismo, dado que se supone que aun cuando la refinería no se modernizara, el sector petróleo tendría la oportunidad de producir y ofrecer sus productos en otros mercados.

En lo que respecta al consumo intermedio, el Gráfico 14 muestra la estimación del efecto directo y total debido al aumento del valor de la producción de refinería. A precios de 2010, se estima que el incremento en el efecto directo de la refinería sobre sus proveedores se acerca a los \$2,9 billones, de los cuales el 68,7% corresponden a compras de productos del sector petróleo y el 31,3% corresponden al consumo dentro del sector refinerías y en otros sectores.

No obstante, si se considera el efecto total el 18,6% corresponden a impactos a través del sector petrolero y el 81,4% a impactos sobre otros sectores.

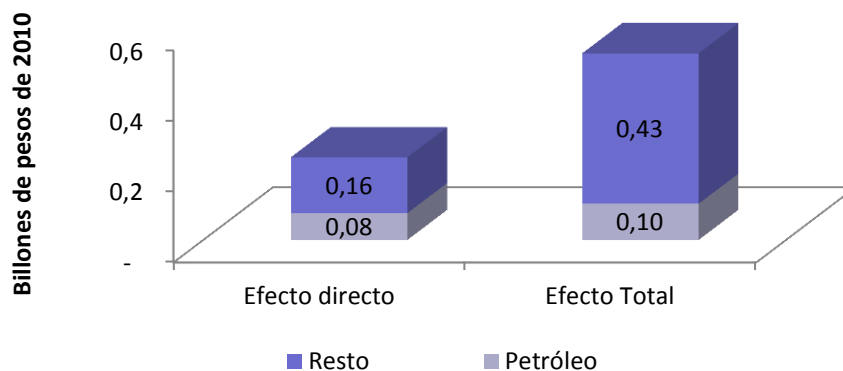
**Gráfico 14. Composición estimada del efecto directo y total en consumo intermedio**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

De la misma manera, se estima que la contribución directa de la refinería a la inversión, que corresponde a compras de bienes de capital o construcción, aumenta cerca de \$25 mil millones de pesos tras el aumento en el valor de la producción y \$810 mil millones si se tiene en cuenta no solo el efecto sobre los proveedores, sino sobre los proveedores de proveedores y los hogares. De estas cifras, el sector petróleo corresponde al 32,5% en el efecto directo y al 9,0% en el efecto total, aproximadamente (ver Gráfico 15).

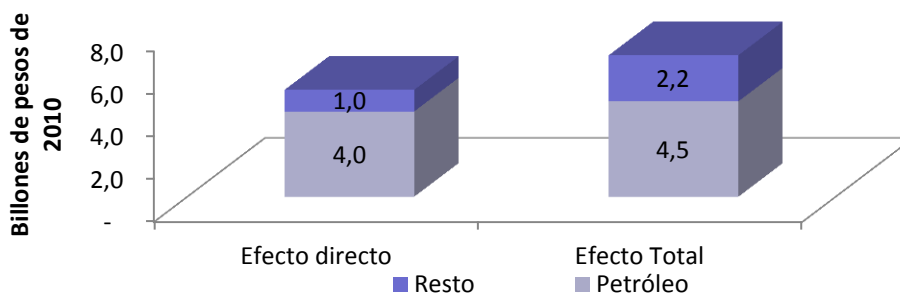
**Gráfico 15. Composición estimada del efecto directo y total en inversión**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

Por otro lado, se estima que el valor agregado generado por la refinería y sus proveedores, como efecto de la demanda de la misma, aumenta cerca de \$5,0 billones de pesos luego de la modernización. De este monto, el 79,8% corresponde al efecto generado directamente por el sector petrolero. Cuando se tienen en cuenta los efectos indirecto e inducido, se estima que el efecto total aumenta a los \$6,7 billones de pesos. De este aumento, el 28,9% se debe al sector petrolero y el restante 71,1% se produce en el resto de sectores de la economía (ver Gráfico 16).

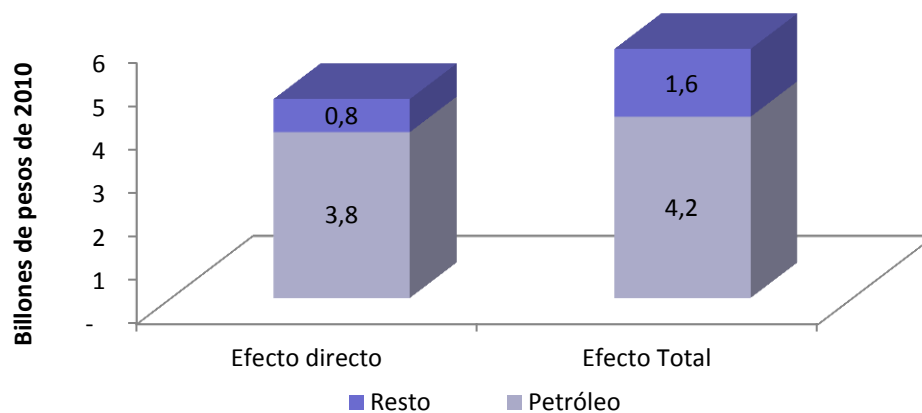
**Gráfico 16. Composición estimada del efecto directo y total en valor agregado**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

Como se mencionó anteriormente, el valor agregado corresponde al pago de los factores de producción: remuneración al capital, remuneración al trabajo e impuestos a la producción. En los siguientes gráficos se encuentra la medición del impacto en estos rubros luego del PMRB y el aumento en la eficiencia de la refinería.

**Gráfico 17. Composición estimada del efecto directo y total en remuneración al capital**



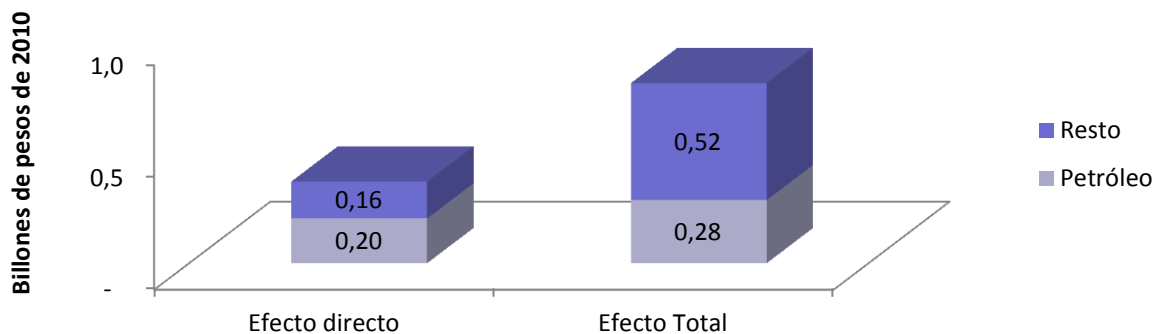
Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

Se estima que el efecto directo de la refinería en la remuneración al capital aumenta en \$4,6 billones de pesos mientras que el aumento en el efecto total en la misma variable esta en \$5,8 billones. Por otro lado, se estima que la remuneración al trabajo generada directamente por la refinería aumenta en \$360 mil millones mientras que si se considera el efecto indirecto e inducido, el aumento en el efecto de esta variable esta en \$800 mil millones de pesos.

Como se observa en el Gráfico 17 y Gráfico 18, se estima que mientras el sector petróleo corresponde al 83,4% y 30,6% del efecto directo y total en remuneración al capital, representa tan solo el 54,8% y 18,6% respectivamente sobre los efectos en remuneración al trabajo.

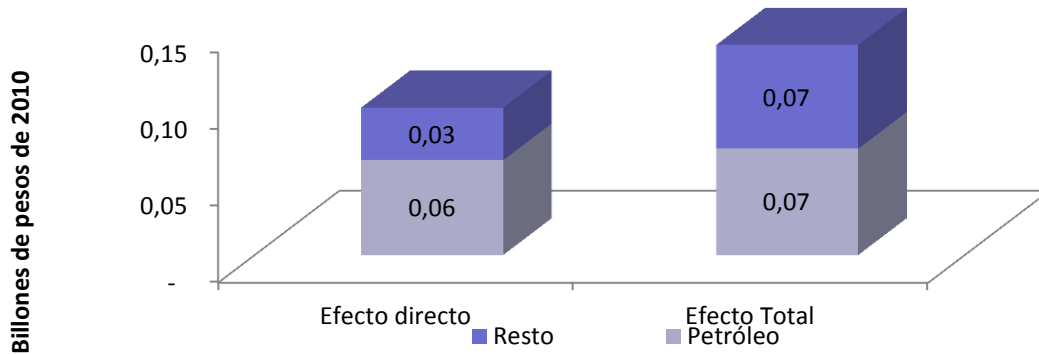
Cuando se observan los efectos directos sobre impuestos, se encuentra que estos aumentan en casi \$90 mil millones de pesos tras el incremento en el valor de producción de la refinería. Por otro lado, el efecto total se incrementa cerca de \$140 mil millones. De estos rubros, el efecto del sector petróleo aporta entre el 64,3% y el 18,3% del total (ver Gráfico 19).

**Gráfico 18. Composición estimada del efecto directo y total en remuneración al trabajo**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

**Gráfico 19. Composición estimada del efecto directo y total en impuestos**

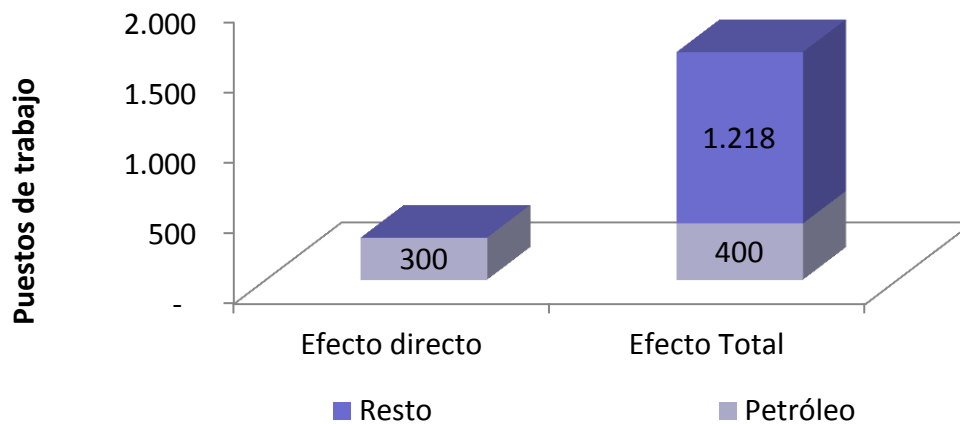


Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

En empleo se estima que el efecto directo a partir de la refinería modernizada es aproximadamente de 300 empleos. Estos nuevos trabajadores se dedicarán tanto a la operación de la refinería como a actividades conexas y de apoyo. Al incluir los efectos generados de manera indirecta e inducida, el efecto total asciende a 1.418 empleos (ver Gráfico 20).

En línea con los resultados obtenidos en la contribución al trabajo, el efecto del enclave; es decir la proporción de empleos generados que se genera en el sector petrolero representa el 24,7% del efecto total.

**Gráfico 20. Composición estimada del efecto directo y total en empleo**



Fuente: Cálculos Fedesarrollo, basado en cuentas nacionales del DANE para 2010.

## 4. Conclusiones

A manera de resumen a continuación se presentan las principales conclusiones de los impactos determinados por el estudio.

- Se estima que la ejecución de las obras del PMRB generen un efecto positivo en el PIB de 0,2% a 2020.
- La manera en que se financie el PMRB (recursos externos vs recursos internos), tendrá efectos importantes en cuenta corriente y el consumo. Se estima que a mayor financiamiento interno, menor será el efecto en tasa de cambio.
- Se estima que la ejecución del PMRB también jalonará recursos importantes de otros sectores. Cálculos de Fedesarrollo estiman que por cada peso de consumo intermedio generado por el PMRB, la economía genera 11 pesos por el mismo concepto, y además, se estima que por cada peso de valor agregado generado por el PMRB, la economía genera 3 pesos.
- El impacto de la entrada en operación de la refinería modernizada en el PIB será aún mayor. Para 2021, se espera que el PIB haya crecido 2,0% más que si no se hubiera realizado la modernización.
- La refinería modernizada generará efectos importantes en otros sectores diferentes a petróleo. Se estima que en promedio los sectores diferentes a aquellos del enclave petrolero se beneficiarán de forma significativa: por ejemplo, la modernización jalonará 8,8 billones de pesos adicionales en consumo intermedio, 2,2 billones de pesos en valor agregado, cerca de 140 mil millones de pesos en el pago de impuestos, y cerca de 1200 nuevos empleos en sectores diferentes a petróleo.



## Bibliografía

Departamento Nacional de Planeación. *Actualización de la Cartilla: Las Regalías en Colombia*. Dirección de Regalías. Bogotá D.C., 2007.

FMI. Intersectorial linkages and local content in extractive industries and beyond.

GAMS Development Corporation. *GAMS GDX Facilities and Tools*. Disponible en: <http://www.gams.com/dd/docs/tools/gdxutils.pdf>

Gómez, Juan Carlos. *Consideraciones sobre la proyección de ingresos tributarios*. En *Lecturas sobre Administración Financiera del Sector Público*, vol. II. Compilador: Ginestar, Angel. UBA, CITAF-OEA. Buenos Aires, 1998.

Hashimoto, H. *A Prototype Computable General Equilibrium Model of Trade between Two Countries*. En A. Reggiani (ed.), *Accessibility, Trade and Loactional Behaviour* (Aldershot: Ashgate): 181-199. 1998.

Hosoe, N. *Dependency of Simulation Results on the Choice of Numeraire*. *Applied Economics Letters*, 7(7): 475-477. 2000.

Lora, E. *Técnicas de Medición Económica: Metodología y aplicaciones para Colombia*. Tercera Edición, Ed. Alfaomega. 2006.

Manzano, Osmel. *El sector de hidrocarburos como instrumento de desarrollo: la integración económica del sector de hidrocarburos en la región andina*. Disponible en: <http://www.iadb.org/intal/intalcdi/PE/2008/01997a04.pdf>.

Ronald, Miller. *Input-Output Analysis: Foundations and Extensions*. Segunda Edición Cambridge 2009.

Motta, Aragão, Mariano. *Hydrocarbons in Latina America Case of Brazil*. Rio de Janeiro, 2008.

Raa, T. *The Economics of Input-Output Analysis*. Cambridge University Press. 2005.