

EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA INCLUSIÓN DE LA VACUNA ANTINEUMOCÓCICA EN EL PLAN AMPLIADO DE INMUNIZACIÓN

Mauricio Santa María
Fabián García
María José Uribe

Abril, 2008

CUADERNOS
FEDESARROLLO

26

Cuadernos de Fedesarrollo
Número veintiseis



Cuadernos de Fedesarrollo

- 1 Tasa de cambio en Colombia
Mauricio Cárdenas
- 2 Los dólares del narcotráfico
Roberto Steiner
- 3 Perspectivas de la industria aseguradora: 1997-2010
Natalia Salazar - Sandra Zuluaga
- 4 Salud, educación y desempleo. Diagnóstico y recomendaciones
Proyecto Agenda Colombia I
Mauricio Reina - Denisse Yanovich
- 5 Infraestructura, orden público y relaciones internacionales.
Diagnóstico y recomendaciones - Proyecto Agenda Colombia II
Mauricio Reina - Denisse Yanovich
- 6 Tributación en Colombia
Roberto Steiner - Carolina Soto
- 7 Las aseguradoras y el régimen de inversión
María Angélica Arbeláez - Sandra Zuluaga
- 8 Petróleo y región: el caso del Casanare
Alejandro Gaviria - Adriana González - Juan Gonzalo Zapata
- 9 La sostenibilidad de las reformas del sector eléctrico en Colombia
Ulpiano Ayala - Jaime Millán
- 10 Misión del ingreso público
Miembros del Consejo Directivo
- 11 Economías regionales en crisis: el caso del Valle del Cauca
Juan José Echavarría - Israel Fainboim - Luis Alberto Zuleta
- 12 El nuevo comercio minorista en Colombia
Mauricio Reina - Luis Alberto Zuleta
- 13 El leasing en Colombia: diagnóstico e impacto sobre la inversión y el crecimiento
María Angélica Arbeláez - Fabio Villegas - Natalia Salazar
- 14 Los servicios financieros y el TLC con Estados Unidos: oportunidades y retos para Colombia
Roberto Junguito - Cristina Gamboa (Editores)
- 15 Reflexiones sobre el aporte social y económico del sector cooperativo colombiano
Miguel Arango - Mauricio Cárdenas - Beatriz Marulanda - Mariana Paredes
- 16 Evaluación del impacto del TLC entre Colombia y Estados Unidos en la economía del Valle del Cauca
Camila Casas - Nicolás León - Marcela Meléndez

- 17 La infraestructura de transporte en Colombia
Mauricio Cárdenas - Alejandro Gaviria - Marcela Meléndez
- 18 El marco institucional para la regulación, supervisión y el control de los servicios públicos en Colombia: propuesta para su fortalecimiento
Carlos Caballero - Alejandro Jadresic - Manuel Ramírez Gómez
- 19 Análisis del sistema tributario colombiano y su impacto sobre la competitividad
Mauricio Cárdenas - Valerie Mercer-Blackman
- 20 El sector de materiales de la construcción en Bogotá - Cundinamarca
Camila Aguilar - Nicolás León - Marcela Meléndez
- 21 Estudio sobre la propiedad intelectual en el sector farmacéutico colombiano
Emilio José Archila - Gabriel Carrasquilla - Marcela Meléndez - Juan Pablo Uribe
- 22 La política social de telecomunicaciones en Colombia
Andrés Gómez-Lobo - Marcela Meléndez
- 23 El modelo de intervención ReSA: en pos de la superación del hambre en las zonas rurales
Juan José Perfetti del C.
- 24 La reforma del impuesto al consumo de cigarrillo y tabaco elaborado: impacto sobre el recaudo
Mauricio Santa María - Sandra Viviana Roza
- 25 La minería en Colombia: impacto socioeconómico y fiscal
Mauricio Cárdenas - Mauricio Reina
- 26 Evaluación económica de la inclusión de la vacuna antineumocócica en el Plan Ampliado de Inmunización
Mauricio Santa María - Fabián García - María José Uribe

Evaluación económica de la inclusión de la vacuna antineumocócica en el Plan Ampliado de Inmunización

*Mauricio Santa María**

Fabián García

María José Uribe

Abril, 2008

* Subdirector de Fedesarrollo y Asistente de Investigación respectivamente.

Este documento se vió beneficiado de los aportes y sugerencias de varias personas. Agradecemos a Laura Charry quien nos brindó ayuda con la búsqueda de los datos epidemiológicos usados en este documento. Agradecemos también a Roberto Baquero y Ana María Santos de la Universidad de la Sabana, por facilitarnos la información de los costos de las enfermedades. Esta información, pertenece al monitoreo de costos de la Unidad de Investigación Clínica y Farmacológica de esta Universidad. Adicionalmente, agradecemos a los miembros del Comité Ad hoc: Diana Pinto, médica, economista de salud, profesora asociada del Departamento de Epidemiología Clínica, Facultad de Medicina, Universidad Javeriana; María Cristina Mariño, pediatra, Hospital Militar Cental; Carlos Torres, infectólogo pediatra, profesor de la Universidad de los Andes y de la Universidad del Rosario; Hernado A. Villamizar Gómez, MD Pediatra Presidente Sociedad Colombiana de Pediatría; quienes no solo brindaron una retroalimentación valiosa a los parámetros epidemiológicos que se utilizaon para el análisis de costo efectividad, sino también estuvieron atentos a la preguntas que surgieron a lo largo del estudio.

Una publicación de Fedesarrollo
Nueva Serie Cuadernos de Fedesarrollo, número veintiseis

Primera edición: abril de 2008

© Fedesarrollo

ISBN: 978-958-44-3516-3

Edición, armada electrónica: Consuelo Lozano

Impresión y encuadernación: La Imprenta Editores Ltda.

Impreso y hecho en Colombia

Printed and made in Colombia

Contenido

CAPÍTULO UNO Introducción	1
CAPÍTULO DOS Marco teórico y resultados de la revisión sistemática de la literatura	11
Marco epidemiológico	11
Marco económico	21
Evidencia internacional	24
Resultados	28
CAPÍTULO TRES Metodología y resultados de la estimación	31
Simulación de desenlaces	31
Parámetros del modelo	32
Costos	34
Escenario base	43
Análisis de sensibilidad	46
CAPÍTULO CUATRO La mortalidad y las metas del milenio	53
CAPÍTULO CINCO Funcionamiento institucional y financiero del sector salud en Colombia	57
Funcionamiento institucional	57
Funcionamiento financiero	61
Fuentes de financiamiento	63

CAPÍTULO SEIS Algunas limitaciones de este estudio	71
CAPÍTULO SIETE Conclusiones	75
BIBLIOGRAFÍA	77
ANEXOS	83

CAPÍTULO UNO

Introducción

El *Streptococcus pneumoniae* (sp), también conocido como neumococo, es una de las principales causas infecciosas de muerte y discapacidad a nivel mundial ya que es uno de los patógenos más comunes de infecciones invasivas y no-invasivas del mundo. En particular, la bacteria del neumococo es una causa importante (pero no la única) de enfermedades como neumonía bacteriana, meningitis, sepsis, otitis media (OM) y bacteremia. De acuerdo a estimaciones realizadas por la Organización Mundial de la Salud (OMS) se le atribuyen entre 700.000 y 1.000.000 de muertes anualmente a la enfermedad neumocócica.

Los lactantes o menores de dos años y los niños pequeños, al igual que los menores con deficiencia inmunológica, son la población con mayor riesgo de contraer estas infecciones. Dichas enfermedades tienen un impacto directo, no solo sobre los hogares de los menores que las contraen, sino también sobre la sociedad en su conjunto. La reducción de la mortalidad infantil y en especial la mortalidad por enfermedades prevenibles es una preocupación mundial. De hecho, uno de los ocho Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM) es reducir la mortalidad en niños menores de 5 años en dos tercios entre el año 1990 y el 2015. Adicionalmente, la Estrategia y Visión Mundial de Inmunización (GISVS por sus siglas en inglés) de la OMS fijó la meta de reducir la tasa de mortalidad por enfermedades prevenibles mediante vacunación en dos tercios al año 2015 con respecto a los niveles del 2000. La vacuna antineumocócica cobra gran importancia a la luz de este último objetivo, ya que según estimaciones de la OPS (2006) el 54% del total de las muertes prevenibles en menores de 5 años en la región de las Américas, corresponden a defunciones por enfermedad neumocócica (Cuadro 1). Por esta razón, la vacuna conjugada heptavalente contra este patógeno^a ya ha sido incluida o está en el proceso de ser incluida en el

^a La vacuna heptavalente conjugada, que ha demostrado ser segura y eficaz para prevenir las enfermedades neumocócicas, es la única actualmente disponible que confiere inmunidad a niños menores de dos años y se aplica a niños de 2 meses de edad en adelante.

Cuadro 1. Defunciones de niños menores de 5 años de edad, potencialmente prevenibles mediante vacunación, en la región de las Américas, 2002

Enfermedad	No. de defunciones	Porcentaje
Rotavirus	11.600	31
Enfermedad neumocócica	20.200	54
Enfermedad meningocócica	1.400	40
Meningitis por Hib*	4.100	11
Total	37.300	100

*Hib: Haemophilus influenzae tipo b.

Fuente: Organización Panamericana de la Salud (2006).

Plan Nacional de Inmunización de 23 países^b, la mayoría de ellos países industrializados. Sin embargo, la vacunación infantil contra el neumococo actualmente hace parte de las rutinas extendidas de inmunización en muy pocos países de América Latina y el Caribe.

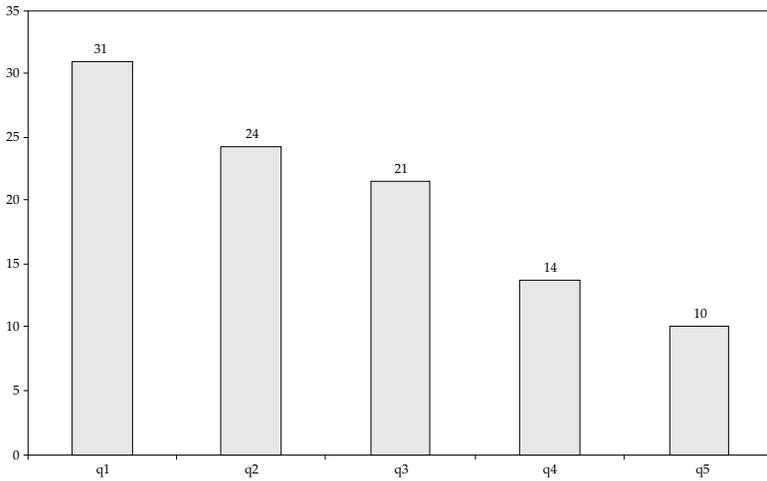
En Colombia, un país que se caracteriza por la pobreza y la desigualdad, la importancia de reducir la mortalidad infantil mediante la vacunación se hace aún más evidente. Las tasas de mortalidad son mayores para los quintiles más bajos de la población (Gráfico 1), en consecuencia incrementos en los niveles de pobreza inciden negativamente sobre la mortalidad infantil. Para el año 2006 el 45,1% de la población se encontraba en condiciones de pobreza, la proporción más baja alcanzada desde comienzos de la década de los noventa. Durante el periodo comprendido entre 1991 y 2006, cuando se presentaron menores tasas de crecimiento de la economía se dio un aumento de la pobreza (Gráfico 2). Desagregando las tasas de incidencia de la pobreza en el sector urbano y el sector rural, se destaca que es mayor la pobreza en el área rural (Gráfico 3). Siendo así, una medida de aseguramiento para el grupo de población más pobre es un incluir una vacuna adicional que reduzca la mortalidad infantil.

Aún sin haber realizado un análisis de costo-efectividad de la vacuna, existen argumentos *ex-ante*, específicos a Colombia y al perfil de la pobreza

^b Canadá, Italia, Reino Unido, Australia, Estados Unidos, Suiza, Bélgica, Noruega, Francia, Alemania, Grecia, Kuwait, Luxemburgo, Holanda, Qatar, Nueva Zelanda, México y Costa Rica, entre otros.

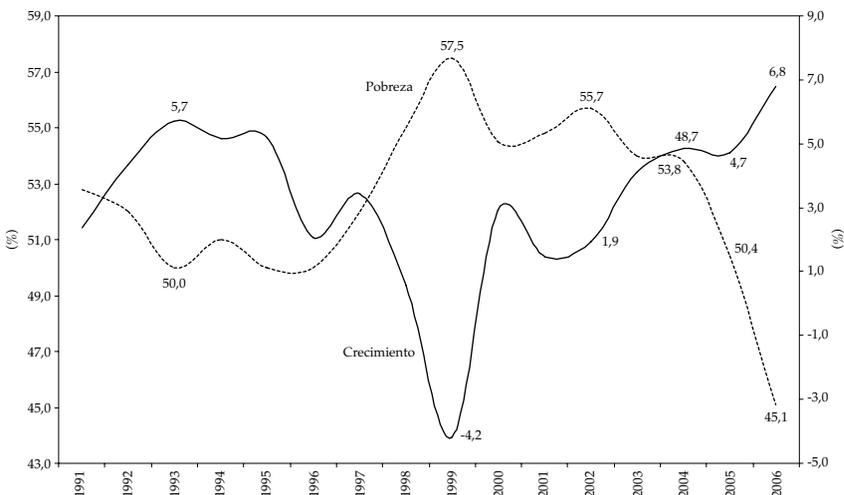
nacional, que sugieren la necesidad de aumentar la cobertura de inmunización en el país.

Gráfico 1. Tasa de mortalidad de niños menores de 5 años

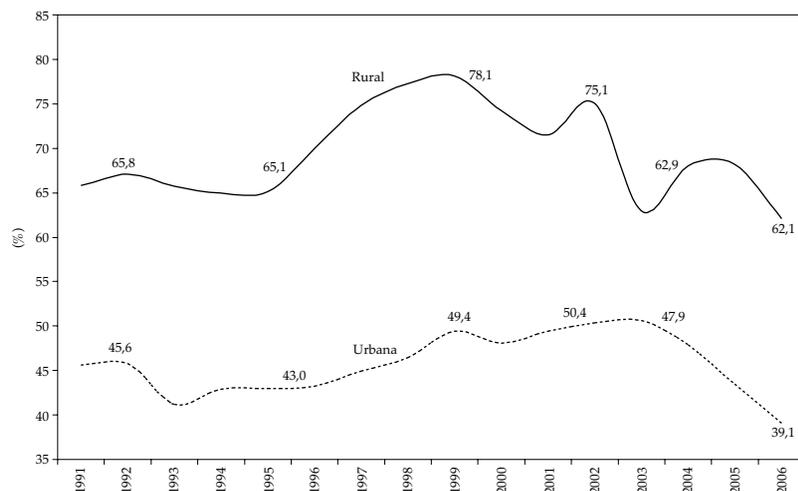


Fuente: ENDS 2005.

Gráfico 2. Pobreza y crecimiento en Colombia (1991-2006)



Fuente: DNP.

Gráfico 3. Incidencia de la pobreza en zonas urbanas y rurales en Colombia

Fuente: DNP.

En primer lugar, la tasa de mortalidad por enfermedades transmisibles en Colombia ha disminuido muy poco en la última década, incluso presentando un aumento leve entre el 2000 y el 2001 (Cuadro 2).

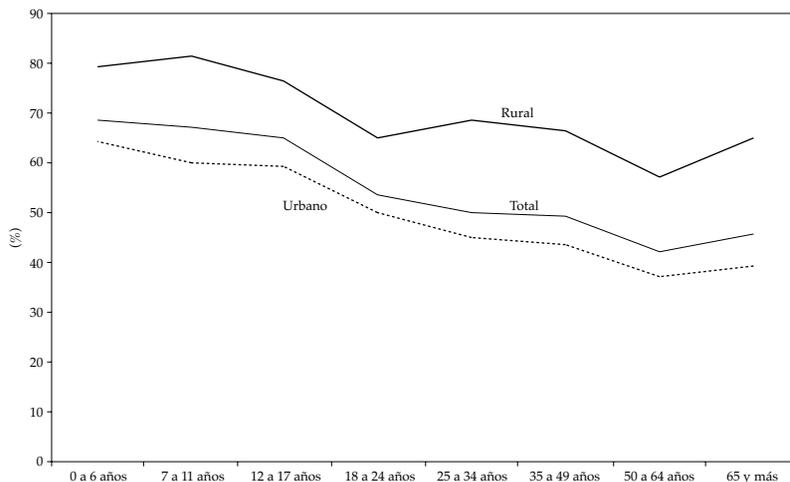
Segundo, el comportamiento de la pobreza en Colombia demuestra que los niños menores de 12 años son los más afectados por la pobreza. En el Gráfico 4, se observa que la probabilidad de ser pobre es mayor en los dos primeros grupos etéreos, es decir entre los 0 y los 6 años de edad y entre los 7 y los 11. Teniendo en cuenta que los menores de 5 años enfrentan el

Cuadro 2. Mortalidad general y por causas en Colombia (por 100.000 habitantes)

Enfermedad	1996	1999	2000	2001
Mortalidad general	441,5	441,3	442,9	428,3
Mortalidad por enfermedades transmisibles	33,1	30,4	29,7	21,0
Mortalidad por enfermedades cardiovasculares	126,3	121,1	122,1	119,0
Mortalidad por causas externas	107,7	105,8	108,8	109,6

Fuente: DNP (2005).

Gráfico 4. Porcentajes de la población colombiana en pobreza por grupos de edad (2003)



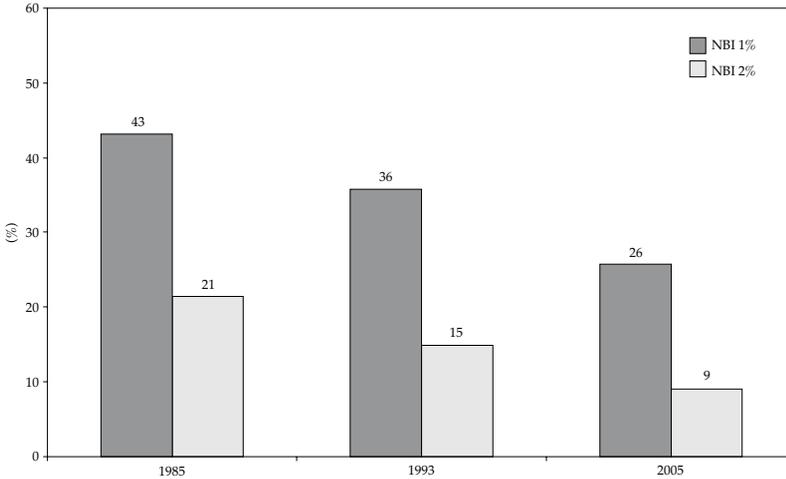
Fuente: DNP.

mayor riesgo de contraer enfermedades neumocócicas y un alto riesgo de ser pobres, ampliar la cobertura de inmunización contra el neumococo podría ser una medida deseable y justificada desde la perspectiva social, ya que se focalizan los recursos hacia la población más vulnerable.

Tercero, aunque las tasas de pobreza y de miseria, medidas a través del Índice de Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI)^c, han mostrado una tendencia a la baja significativa en la última década, no todas las variables que conforman dicho índice han mostrado mejoras en la misma magnitud. Bajo esta medida, una persona se considera en estado de miseria si tiene dos de las NBI y una persona pobre si tiene una NBI (Gráfico 5). En esta tendencia, se destacan los avances en servicios públicos y asistencia escolar, pero es preocupante el alto nivel de hacinamiento que aún persiste en el país tan-

^c El método de las Necesidades Básicas Insatisfechas (NBI) es utilizado por el DANE para identificar ciertas carencias de la población según 5 criterios: i) Hacinamiento; ii) Servicios básicos; iii) Vivienda; iv) Inasistencia Escolar; y v) Dependencia Económica. Un hogar se considera pobre si tiene al menos una Necesidad Básica Insatisfecha y se considera un hogar en condiciones de miseria si tiene dos o más Necesidades Básicas Insatisfechas.

Gráfico 5. Porcentaje de la población colombiana en pobreza y miseria según el índice de necesidades insatisfechas



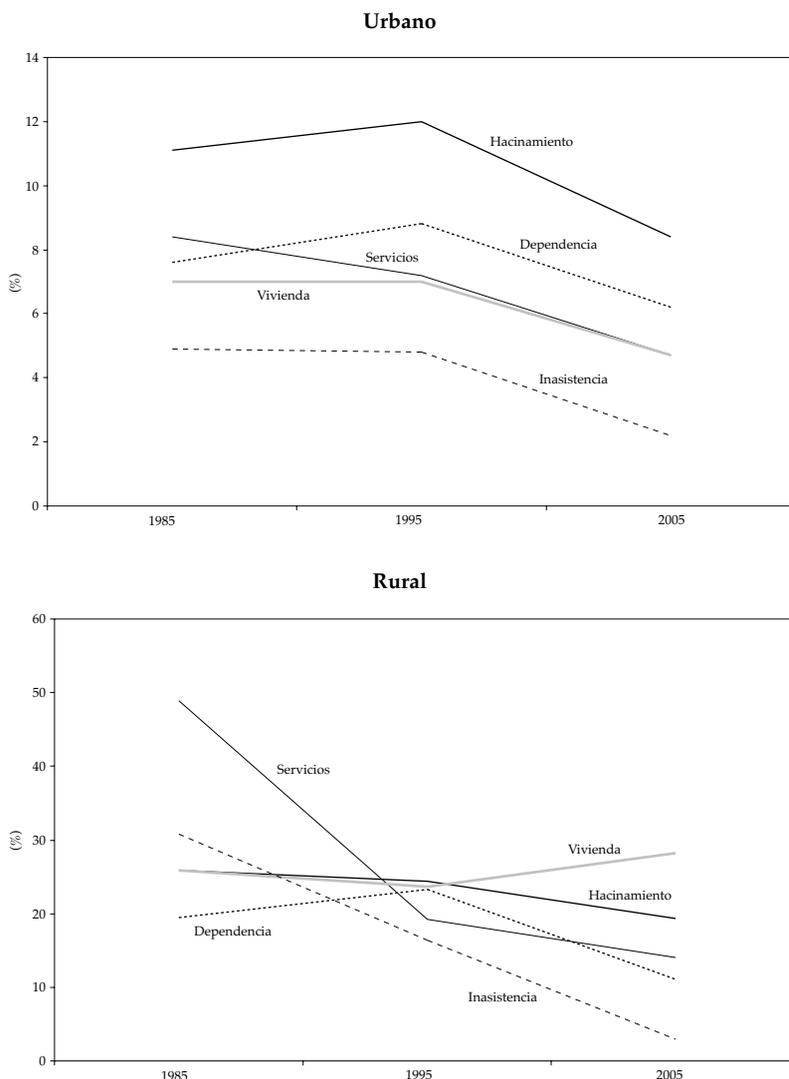
Fuente: DNP.

to para el sector rural como el urbano (Gráfico 6). Esta última variable es particularmente relevante y presenta un argumento adicional a favor de la vacuna heptavalente, debido a que el hacinamiento crítico exacerba la incidencia de las enfermedades neumocócicas, pues hay un mayor riesgo de transmisión.

Por último, los dos argumentos anteriores -la mayor probabilidad de ser pobre en los menores y el alto índice de hacinamiento en Colombia- se enfatizan a la luz de las cifras del tamaño del hogar promedio y el número de menores promedio por hogar en el país. Como es de esperar y como se observa en los Gráficos 7 y 8, el número promedio de personas por hogar y el número de menores en el hogar, es mayor en los quintiles de ingreso más bajos y en los hogares pobres. Por consiguiente, teniendo en cuenta que los hogares que sufren de hacinamiento y aquellos con menores de edad son más propensos a contraer enfermedades neumocócicas, una política de extensión de la vacunación contra dichas enfermedades beneficiaría en especial a los hogares pobres. En particular, dichos hogares, mayores en tamaño y en proporción de menores de 11 años, se verían favorecidos en gran medida por el "efecto rebaño" de la vacunación, es decir, el impacto

positivo que recibe la población no vacunada debido a incurrir en un menor riesgo de contagio. Este efecto es especialmente sensible en ambientes cerrados como el hogar. Y en particular, en el ámbito mundial, se le han

Gráfico 6. Porcentaje de la población colombiana con necesidades básicas insatisfechas sectores urbano y rural



Fuente: DNP.

Gráfico 7. Número promedio de personas por hogar en Colombia (2003)

Fuente: DNP.

Gráfico 8. Número promedio de menores de 11 años por hogar en Colombia (2003)

Fuente: DNP.

atribuido a este "efecto rebaño" dos terceras partes de las ventajas de la vacunación para la población no vacunada^{4,5}.

No obstante, los argumentos anteriores relacionados con el perfil de la pobreza en Colombia, proveen tan sólo una justificación parcial para la universalización de la vacuna antineumocócica. Actualmente, dicha vacuna sólo hace parte del Plan Complementario de Vacunación, es decir el esquema que contiene varias vacunas importantes que sólo se pueden adquirir en centros de vacunación privada y que el gobierno colombiano no suministra. La decisión de incluir la vacuna en el PAI (Plan Ampliado de Inmunización), el programa de vacunación oficial del Ministerio de Salud Colombiano, requiere de una herramienta de análisis adicional que permita cuantificar los costos y beneficios socioeconómicos de la inversión.

El objetivo de este estudio es hacer una evaluación económica rigurosa para medir la carga de la enfermedad neumocócica y los costos y beneficios, para la sociedad en su conjunto, de ampliar la aplicación de la vacuna conjugada heptavalente. El fin del estudio es proveer una herramienta de análisis útil para las autoridades encargadas de formular las políticas de salud pública y vacunación a nivel nacional.

Este documento está dividido en siete partes incluida la introducción. En la segunda parte se hace una revisión del marco epidemiológico y económico, con el fin de establecer los parámetros y la metodología que se va a usar en el estudio de costo efectividad. Para contrastar la metodología y los parámetros descritos, esta sección termina con una revisión de la literatura internacional sobre los estudios de costos efectividad. En la tercera parte se establece la metodología usada, los parámetros del modelo y los resultados de las estimaciones de costo efectividad y de costo beneficio. En la cuarta parte se analiza la relevancia que tiene la vacuna en el contexto de los Objetivos del Milenio. En la quinta parte se analiza el funcionamiento del Sistema de Seguridad Social y Salud (SGSSS), con el fin de explorar las posibles fuentes de financiamiento para el programa de vacunación. En la sexta parte se hace una discusión sobre los efectos positivos adicionales que tienen las políticas de vacunación que no entraron en consideración en el análisis realizado. Por último, en la séptima parte se concluye.

CAPÍTULO DOS

Marco teórico y resultados de la revisión sistemática de la literatura

1. Marco epidemiológico

Con el fin de identificar la literatura publicada sobre las incidencias de otitis media, neumonía, meningitis y sepsis, la proporción causada por neumococo de cada una de estas y los serotipos de *S. pneumoniae* más frecuentemente implicados, se realizó una búsqueda en la base de datos bibliográfica Medline de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, utilizando los siguientes términos de búsqueda:

"Pneumococcal Infections"[Mesh] OR ("Streptococcus"[Mesh] OR "Streptococcus pneumoniae"[Mesh]) ("Otitis Media with Effusion" [Mesh] OR "Otitis Media, Suppurative"[Mesh] OR "Otitis Media"[Mesh]) ("Pneumonia, Pneumococcal"[Mesh] OR "Pneumonia, Bacterial"[Mesh]) "Meningitis, Pneumococcal"[Mesh] OR "Meningitis, Bacterial"[Mesh]) "Bacteremia"[Mesh] OR "Sepsis"[Mesh] "Epidemiologic Studies"[Mesh] OR "Incidence"[Mesh]. Los términos de búsqueda se adaptaron para replicar la búsqueda en Latin American and Caribbean Health Sciences (LILACS), Scielo, el Cochrane Central Register of Controlled trials (Central), Cochrane database of systematic reviews, DARE - (Database of Abstracts of Reviews of Effects), NHS Economic Evaluation Database (NHS EED), Health Technology Assessment (HTA) Database y el Health Services/Technology Assessment Text (HSTAT).

Esta investigación arrojó 1705 artículos, de los cuales únicamente se tomaron aquellos que incluían a población entre 0 y 18 años, lo cual corresponde a un total de 1175 artículos. De estos se revisaron sus títulos y resúmenes y aquellos, identificados como artículos de interés, se recuperaron en texto completo.

Para identificar los estudios para cada uno de los desenlaces de la enfermedad y verificar los resultados obtenidos en la búsqueda general, se replicó la búsqueda empleando los mismos términos mesh utilizados en la exploración general y realizando la combinación de los términos con los

operadores bowleanos AND/OR, de acuerdo con cada uno de los desenlaces. Se identificaron para otitis 216 artículos, para neumonía 270, para meningitis 367 y para sepsis 477 artículos. Se revisaron los títulos y resúmenes de cada uno de ellos para identificar los estudios relevantes y recuperar en texto completo los artículos identificados.

La búsqueda de artículos relevantes fue enfocada más no limitada a artículos que reportaran datos para Latinoamérica y Colombia. Cuando no fue posible determinar los datos para Colombia o Latinoamérica, se incluyeron datos de estudios publicados para otros países. Fueron excluidos los resultados de estudios que no fueran estudios primarios. Adicionalmente, se revisaron los estudios de Vespa G y Constela D^{5,6} que evalúan el impacto de la enfermedad neumocócica y el costo-efectividad de la vacunación antineumocócica en Brasil, Latinoamérica y el Caribe respectivamente, de los cuales se obtuvo la mayoría de la información para el estudio.

1.1. Otitis Media Aguda

La otitis media aguda (OMA) es un proceso de predominio infeccioso, con una duración menor a 3 semanas, caracterizado por la inflamación del oído medio con o sin perforación timpánica, asociado a signos y síntomas sistémicos y locales de rápida aparición (BMJ 1999; 319; 833-835)⁷ y el cual puede afectar la caja timpánica, la trompa de Eustaquio y la mastoides. Este proceso inflamatorio impide que la trompa de Eustaquio cumpla sus funciones de equilibrar presiones, drenar fluidos y defender el conjunto funcional.

No se encontraron estudios que describieran la incidencia de Otitis Media Aguda en Colombia. Se utilizan entonces, datos en poblaciones de Latinoamérica que se obtienen de estudios realizados en México y Brasil. Arevalo-Silva *et al.*⁸ realizaron un estudio de vigilancia epidemiológica de 4 años de duración en México y encontraron que la incidencia de OMA fue mayor en los niños menores de un año (1,214/100,000) (Cuadro 3).

Saes *et al.*⁹ en un estudio prospectivo, de tres años de duración realizado en Brasil, llevaron acabo el seguimiento de una cohorte de niños desde los dos meses de edad hasta los dos años. En los resultados, encontraron que el 68,4% de los niños presentan uno o más episodios de otitis media con efusión (OME) durante los primeros años de vida. Sin embargo, este estudio

Cuadro 3. Incidencia de OMA por 100,000 por edad

Grupo de edad	Incidencia de OMA
< 1 año	1214 (1125-1349)
1 a 4 años	1095 (981-1197)
5 a 14 años	621 (558-694)
Todas las edades	493 (454-564)

Fuente: tabla modificada de Vespa *et al.*⁵

describe únicamente episodios de otitis media con secreción y no otitis media aguda, por lo cual no serán tenidos en cuenta.

Los datos de estos dos estudios fueron analizados por Vespa *et al.*⁵ quienes consideraron que pueden subestimar los datos de Brasil.

Al comparar la incidencia reportada en otros países, especialmente de los países desarrollados, que cuentan con mejores sistemas de vigilancia epidemiológica, se identificó que estas son mayores.

En el experimento clínico realizado por Eskola *et al.*¹⁰ para evaluar la eficacia de la vacuna antineumocócica heptavalente conjugada contra OMA, se reportaron 2.596 episodios de OMA durante el periodo de seguimiento entre los 6,5 meses y los 24 meses de edad, 1.251 episodios en el grupo experimental y 1.345 en el grupo control, respectivamente. La incidencia de episodios de OMA por persona-año fue de 1,16 en el grupo experimental y de 1,24 episodios en el grupo control¹⁷.

Teele *et al.*¹¹ realizaron dos estudios de cohorte para determinar la epidemiología de la Otitis Media Aguda. En el primer estudio¹¹ prospectivo estudiaron 2.565 niños hasta los 3 años de edad, edad en la cual el 71% de los niños habían tenido uno o más episodios de OMA, incluyendo 33% que habían tenido tres o más episodios. En el segundo estudio realizado¹², estudiaron 877 niños hasta el primer año de edad, 698 hasta los 3 años y 498 hasta los 7 años. De estos niños, el 62% al llegar al primer año y el 83% a los tres años, tenían uno o más episodios de OMA. El 17% y 46% de los menores habían tenido tres o más episodios respectivamente, por lo cual reportan un promedio de número de episodios entre 0,9-1,2 (Cuadro 4).

Como parte del experimento clínico Kaiser Permanente en el cual evaluaron el impacto de la vacuna antineumocócica en otitis media, Fireman

Cuadro 4. Incidencia de la Otitis Media Aguda

Edad (mes)	Incidencia (%)		
	0 Episodios	1 ó 2 episodios	3 episodios
≤3	91	9	0
6	75	25	0
12	53	38	9
24	35	40	24
36	29	38	33

* 2.565 niños

Fuente: Teele⁹.

*et al.*¹³ describieron que los 18.286 niños del grupo control menores de un año tenían en promedio 2,65 visitas por otitis al año, 2,01 visitas entre el primero y el segundo año, y 1,18 en mayores de 2 años. En general, en promedio los menores realizan 1,81 visitas por otitis al año¹³.

En Finlandia, realizaron dos estudios para determinar la incidencia de OMA. En el primero, realizado por Alho *et al.*¹⁴, estudiaron una muestra de 2.512 niños hasta la edad de dos años, para determinar la ocurrencia de OMA. La incidencia acumulativa del primer episodio de OMA hasta los 12 meses de edad fue de 42,4% (CI 95% 40,4-44,4) y a los 24 meses de edad de 71% (CI 95% 68,9-73,1). La tasa de incidencia para todos los episodios de OMA en los primeros 24 meses de edad fue de 0,93 episodios por niño por año (CI 95% 0,90-0,96). En el segundo estudio, estudiaron una muestra de 1.642 niños hasta los 18 meses. A los 18 meses el 56,7% de los niños habían tenido al menos un episodio de OMA, mientras que el 26,9% uno o dos y el 29,8% tres o más. Antes de los doce meses las cifras correspondientes fueron de 45,3%, 26,8%; 18,5% y antes de los 9 meses de edad de edad 30,5%; 22,1%; 8,4% respectivamente¹⁵.

Homøe P. *et al.*¹⁶ realizan una encuesta para determinar la edad de presentación de OMA en 591 niños de 3, 4, 5 y 8 años en dos grandes poblaciones de Groenlandia. La información suministrada por los padres fue registrada en las historias clínicas y estuvo disponible para el 95% de los casos. El 66% de los niños habían tenido por lo menos un episodio de OMA y de todos los niños el 40% habían tenido OMA durante el primer año de vida. La edad promedio del primer episodio fue 10 meses¹⁶.

Stangerup *SE et al.*¹⁷ en tres estudios de cohorte de niños desde el nacimiento hasta los 9 años, reportaron que la incidencia es aproximadamente del 22% en el primer año y disminuye a 15% en el segundo año, 10% en el tercer año y cuarto año, y al 2% a los 8 años de edad. A los tres y a los nueve años, el 50% y el 75% de los niños habían tenido al menos un episodio de otitis media, respectivamente. También reportaron que la prevalencia es del 25% durante los primeros cinco años de vida y después cae al 7% durante los ocho y nueve años¹⁷.

Pukander *J et al.*¹⁸ determinaron la ocurrencia de otitis media aguda durante un año en un total de 146.822 personas en Finlandia. Entre estas, 4.583 experimentaron un total de 6.518 episodios de otitis, con una incidencia anual de 4,44%, que se incrementa a un 50% para niños menores de dos años. La mitad de los episodios ocurriendo antes de los 33 meses de edad¹⁸.

1.2. Neumonía

La neumonía es un proceso inflamatorio agudo del parénquima pulmonar localizado o difuso que condiciona una condensación alveolar y/o intersticial, y que origina una clínica que varía según la edad, la etiología y las características del paciente. Se estima una frecuencia de 2 casos por 100 niños y en niños menores de un año de edad; y de 3-4 casos por 100 niños y en niños de uno a 5 años de edad. Asimismo, sigue siendo una causa frecuente de muerte en niños menores de 5 años en los países en vías de desarrollo¹⁹.

El *S. pneumoniae* supone la primera causa de neumonía en la infancia, originando el 30% de los casos de neumonía entre los 0 y los 15 años de edad^{20,21,22}, sólo superado por el virus respiratorio sincitial (VRS) en los primeros 2 años de vida y por *Mycoplasma pneumoniae* y *Chlamydia trachomatis* en niños mayores¹⁹.

La identificación del *S. pneumoniae* en los casos de Neumonía generalmente es muy difícil de realizar, razón por la cual no se puede determinar con exactitud la verdadera incidencia de neumonía por este germen.

Se identificaron algunos estudios que reportaban la incidencia de neumonía clínica, radiológica y neumonía por neumococo en Brasil^{23,24}, Chile^{25,26}, Argentina²⁷ y Uruguay²⁸ y estudios que reportaban la mortalidad de la neumonía en Brasil²⁹, Guatemala³⁰, Perú³¹, y Uruguay^{32,33} (Cuadro 5).

Cuadro 5. Incidencia de la neumonía²³⁻²⁴

	Incidencia	País	Tasa de mortalidad	País
Neumonía clínica				
< 1 año	30.079	Chile	3,0	Brasil
< 2 años	4.363	Uruguay		
< 5 años	3.059(2.957-3.142)	Brasil-Uruguay	3,0	Guatemala-Perú-Uruguay
Todas las edades	1.274(1.163-1.389)	Brasil	0,4(0,2-0,8)	Brasil-Uruguay
Neumonía radiológica				
< 1año	2.163(1.963-2.364)	Argentina-Uruguay		
< 2 años	2.132(1.986-2.277)	Argentina-Uruguay		
< 5 años	1.174	Uruguay-Brasil		
Todas las edades				
Neumonía confirmada por neumococo				
< 2 años	51,1(47,1-55,1).	Argentina-Chile	8,1	Chile
< 5 años	34,1	Chile	5,4 (5,1-5,8)	Multicentrico-Chile
Todas los niños	32,8-15,1	Argentina	4,3(4,1-4,6)	Argentina-Uruguay-Chile

No se encontraron estudios que describieran la incidencia de Neumonía en Colombia.

1.3. Enfermedad invasiva causada por el *Streptococcus neumonía*

La incidencia de enfermedad invasiva neumocócica varía entre diferentes países y poblaciones. En los años noventa la incidencia en niños menores de 5 años fue menor de 25 casos por 100.000 habitantes en Europa Occidental. En los Estados Unidos, para el año 1998, en niños menores de 12 meses y entre 12-23 meses la tasa de incidencia fue de 165 y 203 casos/100.000, con un pico entre los 6 y 11 meses de 235/100.000³⁰. En un estudios epidemiológicos realizados en Estados Unidos (Texas y California) se determinó que la incidencia en niños menores de 2 años fue de 136-145/100.000 y en los menores de 5 años de 72/100.000^{34, 35}.

En Estados Unidos el *S. Pneumoniae* causa aproximadamente 17,000 casos/año de enfermedad invasiva en niños menores de 5 años incluyendo 700 casos de meningitis y 200 muertes³⁶.

Su incidencia se ha visto aumentada en los últimos años debido a la disminución de enfermedad invasiva causada por el *Haemophilus influenzae* tipo B, después de la introducción de la vacunas conjugadas.

La enfermedad neumocócica produce infecciones sistémicas como peritonitis, osteomielitis, artritis, pero los síndromes clínicos más frecuentes de enfermedad invasiva son la sepsis y la meningitis.

a. Meningitis

La meningitis se caracteriza por ser un proceso inflamatorio del sistema nervioso central causado por bacterias que afecta las leptomeninges, que se presenta principalmente en la infancia³⁷. Se ha descrito que a partir de los 3 meses de vida los microorganismos más frecuentes son: *Neisseria meningitis*, *Streptococcus pneumoniae* y *Haemophilus influenzae* tipo b (Hib)³⁸.

Se encontraron varias referencias sobre la incidencia de meningitis y mortalidad por meningitis a causa de neumococo en América Latina, pero no se encontraron resultados para Colombia^{25, 26, 27, 30, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45}.

La incidencia de meningitis es mayor en los niños menores de 1 año y disminuye al aumentar la edad. La incidencia de meningitis bacteriana en menores de 1 año fue de 138/100000 y de meningitis por neumococo de 18,2/100.000 (ver Cuadro 6).

Cuadro 6. Incidencia de la meningitis

Población	Incidencia	País	Tasa de mortalidad	País
< 1 año	18,2(11,3-18,7)	Chile, DR, Argentina	34,1	Brasil
< 2 años	12,2(10,1-12,2)	Chile, DR, Argentina	30,3 (25,2-34,5)	Brasil, Chile, Uruguay
< 5 años	7,9(3,2-11,5)	Chile, DR, Cuba, Brasil, Guatemala	35,1 (22,3-49,7)	Brasil, Chile, Guatemala, Uruguay
Todos los niños	1,9 (1,4-2,3)	Cuba, Argentina	27,7 (21,7-33,0)	Argentina, Brasil, Paraguay, Uruguay
Niños excluyendo menores de 1 año			16,8 (11,8-21,9)	Brasil, Cuba

La incidencia de meningitis en niños menores de 5 años varía mucho a través de los estudios encontrados (24,9-59,6).

Se ha descrito que la Meningitis por neumococo se asocia con 8% de mortalidad, 25% de secuelas neurológicas y 32% de alteraciones en la audición⁴⁶.

b. Bacteremia y Sepsis

La bacteriemia se define como el aislamiento de bacterias en la sangre, demostrada por hemocultivo, que puede presentar síntomas o no⁴⁷. La bacteriemia oculta se caracteriza por la presencia de fiebre como única manifestación de la infección y cuando hay respuesta inflamatoria sistémica

a la infección manifiesta por signos y síntomas clínicos compatibles con el síndrome de respuesta inflamatoria sistémica como temperatura mayor a 38°C o menor a 36°C, taquicardia, taquipnea y leucocitosis o leucopenia, con desviación a la izquierda en la fórmula leucocitaria, se considera la presencia de sepsis, la cual puede considerarse como severa ante la presencia de disfunción orgánica, hipoperfusión tisular o hipotensión⁴⁸. La sepsis es una de las enfermedades invasiva más frecuente causadas por el *S. Pneumoniae* en niños menores de 3 años. A pesar de contar con métodos de diagnóstico y tratamiento adecuados, su tasa de mortalidad en países desarrollados es alrededor del 9% en niños menores de un año⁴⁹.

Para los datos latinoamericanos, se identificaron dos estudios con datos de incidencia^{25, 27} y 9 con datos de mortalidad^{42, 50, 51, 52, 53, 54} (Cuadro 7).

Cuadro 7. Incidencia de bacteremia y sepsis

Población	Incidencia	País	Tasa de mortalidad	País
< 1 año	61(58-63)	Argentina, Chile		
< 2 años	61,4(52-70)	Argentina, Chile ¹²	(9-16) ()	Chile, Argentina, Uruguay, Costa Rica, Brasil, Jamaica, Trinidad
< 36months	2,1	Chile	35,3	Chile
< 5 años	32(31-33)	Argentina, Chile	10 (9-11)	Chile, Argentina, Uruguay, Costa Rica, Brasil, Jamaica, Trinidad

1.4. Efectividad

Para la estimación de la efectividad de la vacuna para cada uno de los desenlaces se realizó una búsqueda sistemática de experimentos clínicos aleatorios controlados y de revisiones sistemáticas/ meta-análisis de experimentos clínicos a través de la base de datos bibliográfica Medline de la Biblioteca Nacional de Medicina de los Estados Unidos, Cochrane Database Systematic Reviews, el Cochrane Clinical Trials Registry, Cochrane Central Register of Controlled trials (Central), Database of Abstracts of Reviews of Effects (*DARE*), Economic Evaluation Database (*NHS EED*), Latin American and Caribbean Health Sciences (*LILACS*), Scielo. Los términos de búsqueda utilizados para la búsqueda en PubMed-MEDLINE fueron los términos MESH: "**Streptococcal Vaccines**"[Mesh] OR "**Pneumococcal Vaccines**"[Mesh]. Estos términos fueron adaptados para cada una de las bases de datos revisadas.

Con esta estrategia de búsqueda se identificaron 100 artículos para otitis media, 67 para neumonía, 29 para meningitis y 22 para sepsis.

Diferentes experimentos clínicos han evaluado y demostrado la efectividad de la vacuna heptavalente antineumocócica. El Northern California Kaiser Permanent⁵⁵ fue el primero y principal estudio de eficacia realizado. En este se hizo una intervención de control en 23 centros médicos, por quienes suministraron de manera aleatoria, entre 37.868 lactantes, la vacuna heptavalente conjugada de Wyeth o una vacuna conjugada contra neumococo (Meningococo tipo C). El esquema utilizado fue a los 2, 4 y 6 meses y una dosis adicional entre los 12 y 15 meses de edad. El principal desenlace evaluado para determinar la eficacia de la vacuna fue la eficacia protectora de la vacuna contra enfermedad neumocócica invasiva causada por los serotipos del neumococo incluidos en la vacuna y como desenlaces secundarios, la efectividad de la vacuna en el número de episodios de otitis media. La enfermedad neumocócica invasiva fue definida como enfermedad aguda consistente con enfermedad neumocócica en un niño y de quien se logra cultivar el *S. pneumoniae* de sitios normalmente estériles (sangre y líquido cefalorraquídeo). Los autores reportaron para el desenlace de enfermedad invasiva una eficacia del 97,4% (IC 95% 82,7%; 99,9%, $P < 0,0001$) en el análisis por protocolo y de 93,9% en el análisis por intención de tratar, y de 89,1% al incluir enfermedad invasiva causada por todos los serotipos en los niños que recibieron por lo menos una dosis de la vacuna heptavalente.

Para la evaluación de los desenlaces secundarios, al compararlos con los niños que recibieron la vacuna de control, los niños que recibieron la vacuna heptavalente tuvieron 6,4% (IC 95% 3,9%; 8,7%) menos episodios de otitis media aguda, 9,1% (IC 95% 4,1%; 13,8%) menos episodios de otitis media aguda recurrente y fueron un 20,3% (95% CI = 3,6% - 34,1%) menos a colocación de tubos de timpanostomía^{13,31}.

Entre los niños que recibieron al menos una dosis, el uso de la vacuna heptavalente antineumocócica resultó en un 11,4% (IC 95% 1,3%; 20,5%) menos de episodios de neumonía clínica. Los casos de neumonía clínica y radiológica se redujeron en un 33,0% (IC 95% 7,3%; 51,5%). Entre los niños que presentaban neumonía clínica y un área de consolidación $\geq 2,5$ cm., la eficacia de la vacuna fue de 73,1% (IC 95% 3,0%; 88,3%)²⁶.

En evaluaciones posteriores a la introducción de la vacuna, el impacto en la enfermedad neumocócica fue mayor que el esperado basado en los datos de vacunación. En niños menores de un año, se observó una reducción del 87,3% en enfermedad neumocócica invasiva causada por los serotipos incluidos en la vacuna, en tanto que en niños menores de dos años la reducción observada fue del 58,1% y en menores de 5 años fue del 62,4%²⁶.

En el experimento clínico realizado en Finlandia⁵⁶ para evaluar la eficacia de la vacuna contra otitis media aguda, se aleatorizaron 1.662 niños a recibir la vacuna heptavalente antineumocócica o vacuna contra la hepatitis B como intervención de control. El esquema utilizado de vacunación para ambos grupos fue a los 2, 4, 6 y 12 meses. Los investigadores reportaron 2.596 episodios de OMA en el análisis por protocolo de los cuales 357 episodios fueron causados por serotipos de neumococo incluidos en la vacuna y reportaron una eficacia del 57% (IC 95% 44%; 67%) en OMA confirmada con cultivos de serotipos del neumococo incluidos en la vacuna y con relación a todos los episodios infecciosos por neumococo confirmados por cultivo incluyendo los serotipos no incluidos en la vacuna la reducción fue del 34%. La reducción al considerar todos los casos de otitis media fue del 6% y un efecto mayor fue evaluado en la reducción de otitis media recurrente y sus complicaciones las cuales fueron del 16 y 15% respectivamente.

En Colombia no se han realizado experimentos clínicos para evaluar la efectividad de la vacuna en nuestra población.

1.5. Evaluaciones económicas

Se realizó una búsqueda adicional con el fin de identificar todos los estudios de evaluaciones económicas realizados para la vacuna de neumococo empleando los términos "**Cost-Benefit Analysis**"[Mesh] AND "**Pneumococcal Vaccines**"[Mesh] y se identificaron 93 títulos. Después de revisar los títulos y los resúmenes se identificó un total de 17⁵, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 artículos de costo-efectividad de la vacuna en la población infantil, de los cuales se obtuvieron 16 en texto completo y 2 revisiones que fueron revisados en su totalidad para la identificación de referencias adicionales y para la evaluación de evidencia internacional.

Adicionalmente, se identificaron 3 estudios económicos hechos en Latinoamérica. Sin embargo, no se tuvo acceso a las fuentes originales de investigación.

2. Marco económico

Drummond⁵⁷ define la evaluación económica como "el análisis comparativo de las acciones alternativas en términos de sus costes y consecuencias". De este modo, este análisis se ciñe a identificar, comparar y cuantificar costos y consecuencias dentro de distintas alternativas.

La evaluación económica de programas de salud clasifica los costos, así como las consecuencias, en tres grandes grupos. El primero de ellos, llamado **los costos y beneficios directos** alberga los recursos que gastan tanto el sector de salud como el individuo relacionados con el tratamiento o prevención de alguna enfermedad. Estos recursos tienen que ver, por ejemplo, con los gastos de hospitalización, los gastos generados para tratar las secuelas, los gastos de "bolsillo" generados por el transporte del paciente y su accidente, entre otros.

Por otro lado, el grupo de **los costos indirectos** contiene los recursos que se pierden por la muerte de un paciente. Dependiendo de la aproximación escogida estos costos se pueden estimar de diferentes maneras, como se verá más adelante.

Por último, **los costos y beneficios intangibles** albergan algunos conceptos difíciles de medir y valorar como el dolor o la angustia que acarrea una enfermedad o tratamiento. Drummond señala que estos costos no son del todo intangibles ya que con frecuencia se les mide como la disponibilidad de pagar para evitarlos.

Esta clasificación de costos y beneficios es la herramienta con la que cuenta un hacedor de política de salud para construir ciertos criterios útiles para tomar sus decisiones. La literatura de evaluación económica ha clasificado estos criterios en 4 categorías dependiendo de la situación a analizar o del interés del hacedor de política:

- Análisis de minimización de costos (AMC): este procedimiento es útil cuando hay dos procedimientos que producen exactamente los mismos

resultados. La idea es analizar los costos netos, esto es, restar del costo del programa el costo de la enfermedad, y escoger el programa que tenga el menor costo.

- **Análisis costo efectividad (ACE):** es el más usado. Este análisis es usado para comparar programas alternativos que producen un estado de salud común. Estos resultados son generalmente expresados en años de vida ganados (LYG, por sus siglas en inglés) o en número de casos prevenidos.
- **Análisis de costo utilidad (ACU):** este análisis es realizado cuando la calidad de vida es el principal resultado de la intervención o, cuando el programa produce un gama grande de resultados y se requiere de una unidad común para analizarlos resultados. La medida de utilidad más usada es el QALY^d.
- **Análisis costo beneficio:** este análisis se usa cuando los resultados no son comparables y se introduce el dinero como variable común para compararlos.

El análisis costo beneficio y el análisis de minimizaron de costos toman como unidad de medida valores monetarios haciendo que la interpretación y la decisión sobre alternativas sea directa. El análisis costo utilidad o costo efectividad, por su, parte se expresa en forma de un cociente que toma la siguiente manera:

$$\frac{C - A}{U} \quad (1)$$

$$\frac{C - A}{E} \quad (2)$$

donde C son los costos del programa, A los ahorros que genera el programa, E es la medida de efectividad y U es la medida de Utilidad. Cuando la

^d Esta es una medida que no sólo tiene en cuenta el número de años ganados, sino también la calidad de vida que se gana tras algún tratamiento.

diferencia del numerador es positiva existen ciertos rangos de aceptabilidad dentro de los cuales se considera que un programa puede ser costo efectivo. Generalmente estos rangos son producidos por las entidades públicas de salud de cada país, aunque existen recomendaciones producidas por entidades multilaterales como el Banco Mundial^e.

Dado que no hay medidas de utilidad para distintas enfermedades en Colombia, en este estudio se van a tomar medidas de tipo costo efectividad. Específicamente, la costo efectividad se va a medir en términos de años de vida ganados y en DALYS (Disability adjusted life years).

La primera medida contabiliza los años de vida salvados (LYS por sus siglas en inglés) por muerte prematura. Si un niño en Colombia pierde su vida a los 2 años de edad, se dirá que el niño perdió 72 años de vida, ya que la expectativa de vida en Colombia es de 74 años.

LOS DALYS ES una medida de salud que integra información de mortalidad y morbilidad en un solo número. Un DALY representa la pérdida de un año de vida saludable. Para cada enfermedad los DALYS son calculados como los años de vida perdidos debido a la muerte prematura más los años de vida productiva o saludable (morbilidad) ocasionados por padecer la enfermedad en cuestión. Para seguir con el ejemplo del párrafo anterior, si el niño antes de su muerte permaneció un mes en el hospital, y si el peso asignado a la enfermedad que padece el paciente es 0,3^f, se dirá que el niño perdió 72.025 DALYS: 72 años perdidos por la muerte prematura y 0,025 años perdidos de vida saludable por la duración de su enfermedad.

En este sentido, la costo efectividad de la vacuna se va a medir en términos de los siguientes cocientes:

$$CE_{LYS} = \frac{[(Costo_enfermedades_vacunados) + (Costo_vacuna)] - [Costo_enfermedad_no_vacunados]}{[(muertes_vacunados) - (muerte_no_vacunados)] \times [años_de_vida_esperados]} \quad (3)$$

$$CE_{DALYS} = \frac{[(Costo_enfermedades_vacunados) + (Costo_vacuna)] - [Costo_enfermedad_no_vacunados]}{[(DALYS_vacunados) - (DALYS_no_vacunados)]} \quad (4)$$

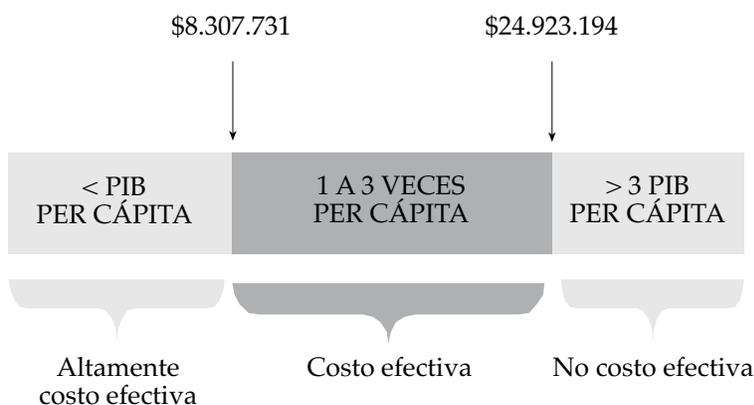
^e Por ejemplo, esta entidad sugiere que una intervención es costo efectiva si el comprar un años de vida saludable es menor qu el PIB per cápita del respectivo país. Ver: [http://whqlibdoc.who.int/bulletin/2000/Vol78-No.2/bulletin_2000_78\(2\)_news.pdf](http://whqlibdoc.who.int/bulletin/2000/Vol78-No.2/bulletin_2000_78(2)_news.pdf)

^f Murray y López (1996) han calculado un gran número de pesos para distintas enfermedades.

Como criterio de decisión para evaluar si la inclusión de la vacuna es costo efectiva, se usa el criterio establecido por la OMS⁵⁸. Esta organización encomendó una comisión de macroeconomía y salud con el fin de establecer la importancia de la salud en el desarrollo económico mundial. De acuerdo a esta comisión, una intervención es altamente costo efectiva si el costo por DALY evitado es inferior al PIB per cápita. Si el costo está entre el PIB y tres veces el PIB per cápita se considera que la intervención es costo efectiva. Por el contrario, si el costo de la intervención supera el umbral de tres veces el PIB per cápita, se considera que la intervención no es costo efectiva.

En la Imagen 1, se reducen los rangos de costo efectividad en términos del PIB per cápita en Colombia.

Imagen 1. Rangos de costo efectividad



Fuente: DANE & OMS.

3. Evidencia internacional

La mayoría de los estudios económicos del neumococo pertenecen a países desarrollados⁸. Hacer una comparación de estos estudios es complicado ya que cada uno de ellos tiene supuestos distintos: algunos, por ejemplo,

⁸ De un total de 18 estudios revisados, solo 2 son de países en desarrollo.

usan solo la perspectiva del Ministerio de Sanidad para hacer su análisis; otros, adicional a la anterior, incluyen la perspectiva de la sociedad.

Dadas estas circunstancias, en esta parte del documento se muestran algunos supuestos usados en cada estudio, con el fin de mostrar lo expuesto en el anterior párrafo así como para crear un marco de referencia de los supuestos que van a ser usados en este estudio. Posteriormente, se esbozan algunos resultados que son comunes en los documentos consultados.

3.1. Supuestos

Como se aprecia en el Cuadro 8, de los 18 estudios citados, 9 usan solo el ACE, 3 solo usan el ACU, 5 usan el ACE y el ACU y, finalmente, 1 usa los tres tipos análisis. El análisis más común de estos estudios es el ACE pues aparece en 15 de los 18 estudios presentados.

El tiempo sobre el cual miran la evolución de la cohorte tiene dos modas de 10 y 5 años respectivamente. La tasa que usan para descontar los costos y beneficios futuros tiene una moda de 3% pero hay estudios que no la reportan e incluso uno la asume como 0% para descontar los beneficios (McIntosh *et al.*)⁶⁰.

Respecto al precio de la vacuna asumido en cada uno de los estudios, se encontró un precio máximo de 81 euros por dosis en Inglaterra y un precio mínimo de 44 euros por dosis en Italia. En el estudio de América latina se supuso un valor de 55 euros por dosis. El precio de la dosis es un factor importante en los resultados de cada ejercicio. Por ejemplo, en el estudio de Noruega, la vacuna no resulta costo efectiva desde el punto de vista del Ministerio de Sanidad, pero sí lo es si se mira el análisis de los costos desde la perspectiva de la sociedad y se disminuye en una unidad el número de dosis por paciente (de 4 a 3).

En términos de la eficacia de la vacuna contra las enfermedades invasivas, algunos estudios como el de Lieu *et al.*⁶¹ para Estados Unidos la reportan en 100%, mientras que otros, la reportan en 62% como el estudio de Constela *et al.*⁶ para los países latinoamericanos. Sin embargo, la mayoría asumen una eficacia por encima del 80%.

La eficiencia de la vacuna para las enfermedades no invasivas difiere de estudio a estudio como se puede apreciar en la Cuadro 9. Por ejemplo, la

Cuadro 8. Supuestos oficiales

Estudio	País	Año	Tipo de estudio	Perspectiva	Tiempo cubierto de la simulación	Tasa de descuento (%)	Costo de vacuna por dosis*
Constenla <i>et al.</i> ¹⁹	América Latina	2006	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	5	C:3	55
Wisløff ⁹	Noruega	2006	ACE, ACU	Ministerio de Sanidad Sociedad	4	C:3 B:3	ND
Salo <i>et al.</i>	Finlandia	2005	ACE, ACU, ACB	Ministerio de Sanidad Sociedad	5	C:3 B:3	51,55
McIntosh <i>et al.</i> ²⁰	Inglaterra	2005	ACE	Ministerio de Sanidad	10	C:6 B:0	72,23
Navas <i>et al.</i> ²¹	Cataluña, España	2005	ACE, ACU	Ministerio de Sanidad	10	C:5	60,84
Marchetti and Colombo ²²	Italia	2005	ACE	Ministerio de Sanidad	14	C:3	44
Butler <i>et al.</i> ²³	Australia	2004	ACE, ACU	Ministerio de Sanidad	5	C:5 B:5	72,46
Asensi <i>et al.</i> ⁸	España	2004	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	10	C:3 B:3	63
Melegaro & Edmunds ²⁴	Inglaterra Gales	2004	ACE, ACU	Ministerio de Sanidad	Toda la vida	C:3.5 B:1.5; 0	58,66
Mcintosh <i>et al.</i> ²⁵	Inglaterra Gales	2003	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	10	C:6	72,23
Ess <i>et al.</i> ⁶	Suiza	2003	ACU	Ministerio de Sanidad	5	C:3 B:0	53,47
Ruedin <i>et al.</i> ²⁶	Suiza	2003	ACU	Ministerio de Sanidad	10	C:3	81
Claes & Graf von der Schulenburg ²⁷	Alemania	2003	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	10	C:5	67,47
Bos <i>et al.</i> ²⁸	Holanda	2003	ACU	Ministerio de Sanidad	10	C:4	45,49
Lebel <i>et al.</i> ²⁹	Canadá	2003	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	10	C:3 B:3	54,78
De Wals <i>et al.</i> ³⁰	Canadá	2003	ACE, ACU	Ministerio de Sanidad Sociedad	10	C:3	52,41
Moore <i>et al.</i> ³¹	Canadá	2003	ACE	Ministerio de Sanidad	5	ND	54,78
Lieu <i>et al.</i> ³²	Estados Unidos	2000	ACE	Ministerio de Sanidad Sociedad	5	C:3 B:3	60

* Euros PPP 2002.

C: Tasa de descuento de los costos; B: Tasa de descuento de los beneficios.

Fuente: Beutles³⁰ *et al.* 33 & varios autores.

Cuadro 9. Supuestos de los estudios

Estudio	Cob. (%)	Enfermedades invasivas	Otitis	Neumonía	Ajustó de eficiencia por serotipos	Duración de la protección	Pérdida de inmunidad por año
Constenla <i>et al.</i> ¹⁹	NR	62 ^a	NR	NT	Enfermedades invasivas	5	NO
Wisløff ⁹	100	93,9	6	17,7	Enfermedades invasivas	4; edad < 4	NO
Salo <i>et al.</i>	NR	89,1	6	17,7	NO	5	NO
McIntosh <i>et al.</i> ²⁰	NR	97,4	NR	4,3	Enfermedades invasivas	10	1-3% ^b
Navas <i>et al.</i> ²¹	95	89,1	6,4	22,7	NO	E. invasiva: 10 OM, Neumonía: 2 T. Timp: 3.5	NO
Marchetti and Colombo ²²	100b	89,1	6,4	17,7	NO	14	3% anual > 5años
Butler <i>et al.</i> ²³	100b	93,9	6,4	8,9	Enfermedades invasivas	5	NO
Asensi <i>et al.</i> ⁸	100	97,4	5,8	11,4	Enfermedades invasivas	5	3% anual > 5años
Melegaro & Edmunds ²⁴	100	63-87 ^c	7	17,7	Enfermedades invasivas	10	NO
Mcintosh <i>et al.</i> ²⁵	95	97,4	7	6	Enfermedades invasivas	1	1-3% ^b
Ess <i>et al.</i> ⁶	70	97	7	11	E. Invasivas OM-Neumonía	5	NO
Ruedin <i>et al.</i> ²⁶	80	89-87	6	11	NO	10	NO
Claes and Graf von der Schulenburg ²⁷	100	85	6	9,1-32,2c	Enfermedades invasivas	10	NO
Bos <i>et al.</i> ²⁸	100	86-95	5,8	11,4	Enfermedades invasivas	5	3%>5años
Lebel <i>et al.</i> ²⁹	100	89,1	5,8	11,4	NO	5	3%>5años
De Wals <i>et al.</i> ³⁰	80	97	8,2	10,7	Enfermedades invasivas	10	1%> 3y
Moore <i>et al.</i> ³¹	90	89	7	11	NO	5	NO
Lieu <i>et al.</i> ³²	100	100	15	11	NO	NR	7% > 2años

NR: no reporta.

^a Mediana de algunos estudios latinoamericanos.^b Varía de acuerdo a la edad.^c Varía de acuerdo al tiempo transcurrido después de la vacuna.Fuente: Beutles *et al.* & varios autores.

eficiencia contra la neumonía reportada en el estudio de Navas *et al.*⁶² es un poco más de 5 veces la eficiencia que reporta McIntosh *et al.* Este supuesto, como se verá más adelante, altera los resultados y constituye un ejemplo de la imposibilidad de comparar los resultados de los distintos estudios.

De los 18 estudios reportados solo 11 hacen el ajuste de la eficiencia de la vacuna por los serotipos específicos del país de estudio. Este ajuste, en 10 de los 11 casos se hace únicamente para las enfermedades invasivas y en el otro estudio se hace tanto para este tipo de enfermedades como para la otitis media y la neumonía (Ess *et al.*⁶³).

En menos de la mitad de los estudios reportados, la eficacia también fue ajustada a medida que pasa el tiempo con el objetivo de representar la caída en la tasa de protección y para tener en cuenta el cambio de los serotipos que se presentan en las distintas edades. Para modelar esta situación, aquellos autores que hicieron este ajuste, supusieron que la efectividad disminuía en 3% anual una vez el niño tuviera los 5 años de edad.

La duración de la protección de la vacuna es otra variable que varía mucho de estudio a estudio. En 8 de los estudios reportados se asumió una duración de 5 años, en 6 se asumió 10 años y en los restantes se asumió 14, 4 y 1 año de duración respectivamente.

Por último, en el Cuadro 10 se reportan las tasas de incidencia y las tasas de mortalidad para algunas enfermedades. No es necesario entrar en detalle para darse cuenta de la gran variabilidad que existe en estas tasas, además, de los supuestos que hacen algunos estudios cuando mantienen una misma tasa de incidencia o mortalidad para un rango de edad significativamente amplio.

Al revisar los supuestos base usados en estos estudios, se puede concluir que es imposible comparar los resultados de estos estudios. Una constante en la revisión de esta literatura es la falta de claridad en la exposición de los supuestos usados, lo que hace del modelo y de los parámetros que lo alimentan algo difícil de dilucidar.

4. Resultados

Si bien no se puede comparar los resultados de los distintos estudios, en esta parte se va a hacer una corta descripción de algunos hechos estilizados en los resultados encontrados.

Cuadro 10. Supuestos de los estudios

Estudio	Incidencia de las enfermedades invasivas (por 100.000)			Mortalidad de las enfermedades invasivas (por 100.000)			
	Todas	Meningitis	Bacteremia	Todas	Meningitis	Bacteremia	Pneumonia
Constenla <i>et al.</i> ⁶	0-5: 32	0-5: 8	0-5: 32	NR	NR	NR	NR
Wisloff ⁶⁴	NR	4: 2	4: 9	NA	0-1: 2.3 1-2: 6.7 3-5: 12.5	0-1: 4.2 1-2: 11.1 3-5: 2.4	NR NR
Salo <i>et al.</i> ⁷⁹	1-2: 54.9	0-1: 5.3	0-1: 25.0	0-5: 1.4	NA	NA	0
McIntosh <i>et al.</i> ⁶⁰	NR	NR	NR	NR	NR	NR	NR
Navas <i>et al.</i> ⁶²	NR	NR	NR	1,4	NA	NA	0,4
Marchetti y Colombo ⁷²	0-1: 27.1 1-4: 20.9 5-14: 5.0	0-1: 7.6 1-4: 2.1 5-14: 0.5	0-1: 12.7 1-4: 13.6 5-14: 3.3	NA	0-1: 14.0 2-4: 7.0 5-10: 1.0	0,9	0
Butler <i>et al.</i> ⁶¹	0-1: 105.6 2-4: 35.2	0-1: 13.7 2-4: 2.1	0-1: 67.6 2-4: 22.8	NA	0-1: 11.5 2-4: 7.1	0-1: 0.4 2-4: 1.4	0: 0.65 1: 0.15 2-4: 0.03 0
Asensi <i>et al.</i> ⁷³	NA	0-10: 3.4	0-10: 27.5	NA	0-10: 9.3	0-10: 1.0	0
Melegaro y Edmunds ⁷⁴	NA	0-1: 14.6 1-4: 1.6 5-9: 0.2 10-14: 0.2 15-19: 0.1 20-24: 0.2 25-44: 0.3 45-64: 0.5 65-74: 0.9 75+: 0.6	0-1: 27.3 1-4: 10.6 5-9: 1.9 10-14: 0.7 15-19: 1.2 20-24: 1.8 25-44: 3.1 45-64: 6.5 65-74: 18.7 75+: 42.5	NA	0-1y: 4.0 1-4: 4.0 5-9: 3.0 10-14: 0 15-19: 11.0 20-24: 0 25-44: 11.0 45-64: 18.0 65-74: 29.0 75+: 43.0	0-1: 4.0 1-4: 1.0 5-9: 0 10-14: 0 15-19: 0 20-24: 8.0 25-44: 20.0 45-64: 26.0 65-74: 27.0 75+: 40.0	0-1: 1.0 1-4: 0 5-9: 1.0 10-14: 2.0 15-19: 2.0 20-24: 3.0 25-44: 3.0 45-64: 14.0 65-74: 29.0 75+: 46.0
McIntosh <i>et al.</i> ⁶⁰	NR	NR	NR	NR	NR	NR	Yes-NR
Ess <i>et al.</i> ⁶³	0-2: 31a 0-5: 11a	0-2: 5.6 0-5: 3.1	NA	0-5: 9.0a	0-5: 9.0	NA	0
Ruedin <i>et al.</i> ⁷⁵	0-9: 7.4b	NA	NA	0-10: 5.0b	NA	NA	0
Claes and Graf von de Schulenburg ⁷⁷	NA	1-2: 8.0 3-4: 1.6 5-10: 0.04	1-2: 12.2 3-4: 3.4 5-10: 0.8	NA	1-10: 8.3	1-10: 1.5	1-10: 0.08
Bos <i>et al.</i> ⁶⁵	NA	0-10: 113 0-10: 114	0-10: 226	NA	0-10: 17.0	0-10: 6.0	0
Lebel <i>et al.</i> ⁷⁶	NA	0-10: 3.0	0-10: 25.0	NA	0-10: 6.6	0-10: 1.26	0
De Wals <i>et al.</i> ⁷⁷	NA	0-4: 0.47-19.37c 5-9: 0.46	0-4: 12.8-94.8 5-9: 4.6	NA	0-10: 6.5	0-10: 2.0	0-10: 0.1
Moore <i>et al.</i> ⁷⁸	0-2: 90-150d 2-4: 10-50d	NA	NA	0-4: 0.02	NA	NA	0-4: 0.0005

NA: no aplica; NR: no reporta.

^a No incluye meningitis.

^b Para los nueve serotipos de la vacuna pcv 9.

^c Estimaciones varían de acuerdo a la edad.

^d Alta y baja tasa de incidencia.

Fuente: Beutels *et al.* & varios autores.

- ❑ Cuando se incluye los costos indirectos, el ratio de costo efectividad se disminuye en proporciones significativas. Por ejemplo, en el estudio de Navas *et al.*⁶², el costo por DALY prevenido desde la perspectiva del Ministerio de Sanidad es de 80.291 Euros, mientras que si se incluye la perspectiva de la sociedad el costo disminuye a 44.307 euros.
- ❑ Solo 5 de los 18 estudios reportados concluyen que la introducción de la vacuna es costo efectiva sin incluir ningún supuesto adicional.
- ❑ Los demás, si la conclusión no es ambigua, concluyen que la vacuna es costo efectiva si se impone uno o varios supuestos adicionales. Por ejemplo, Wisloff *et al.*⁶⁴, concluyen que la introducción de la vacuna es costo efectiva solo si el programa de dosis se disminuye de 4 a 3 dosis por infante. Otro ejemplo es el de McIntosh *et al.*^{h,60}, quienes concluyen que la inclusión del efecto rebaño hace que la vacuna sea costo efectiva.
- ❑ Cuando reportan análisis de sensibilidad de los parámetros del modelo, las variables que más influyen en la medida de costo efectividad son el precio por dosis, las tasas de incidencia de las enfermedades invasivas y la incidencia de la otitis media.

^h El efecto rebaño en los estudios que fue incluido se modela disminuyendo la incidencia de ciertas enfermedades en la población adulta.

CAPÍTULO TRES

Metodología y resultados de la estimación

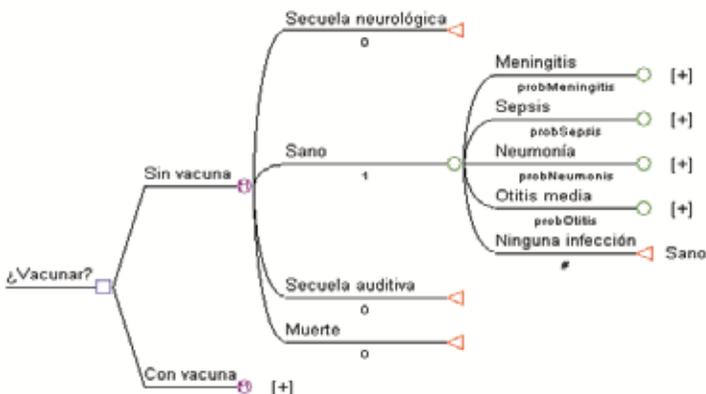
1. Simulación de desenlaces

Para modelar la efectividad de la vacuna se usa un modelo de Markov. En este modelo toda la cohorte del análisis empieza en el estado sano y hace transiciones a los otros estados (sepsis, meningitis, neumonía, otitis o sano) cada año de acuerdo a unas probabilidades de transición. La duración de cada ciclo es un año y el número de ciclos es 5 correspondiente a la longitud escogida para el análisis.

En el Gráfico 9 muestra el árbol de decisión modelado. El cuadrado en la raíz del árbol representa el nodo de decisión entre vacunar y no vacunar. Los círculos que contienen la letra M de los brazos que emanan de la raíz del árbol, corresponden a cada proceso de Markov que se está modelando. Estos dos nodos son iguales en cuanto a los estados que modelan por lo que en la figura solo se muestra el proceso de "no vacuna". La única diferencia entre estos procesos son las probabilidades de transición entre estados. Las probabilidades de transición en el nodo de vacunación son afectadas por la eficacia de la vacuna de la siguiente manera:

$$Pr obEnfermedad = Pr obEnfSinVacuna * (1 - eficaciaVacuna) \tag{5}$$

Gráfico 9. Estados del proceso de Markov



De esta manera, si la eficacia de la vacuna es del 80% contra algún tipo de enfermedad, la probabilidad de contraer la enfermedad si el niño es vacunado es del 80% menos que la probabilidad de contraerla si el niño no es vacunado.

Los triángulos en esta figura señalan los estados de absorción o nodos terminales. Para las enfermedades modeladas se consideraron las secuelas neurológicas y auditivas, así como la muerte como estados de absorción. De esta manera, un supuesto del modelo planteado es que las personas que quedan con secuelas se quedan por siempre en este estado y no entran de nuevo a la población de riesgo para contraer otras enfermedades.

Para estimar la efectividad de la vacuna, por ejemplo, se contabiliza el número de personas que estuvieron en el estado de meningitis en las situaciones de vacuna vs. no vacuna, lo que permite contabilizar el número de casos de meningitis evitados. Lo propio se hace con los costos totales, para lo cual, cada uno de los brazos especificados debe tener un costo asociado a ese estado.

2. Parámetros del modelo

En el Cuadro 11 se muestra los parámetros iniciales del modelo. El tamaño de la cohorte que se va a analizar es de 857.099 neonatos, que corresponde al número de nacimientos en Colombia para el 2007. La expectativa de vida al nacer, para este mismo año, es 74 años. El tiempo de análisis es de 5 años, ya que la eficacia de la vacuna para la población mayor a 5 años no ha sido determinada⁶³. El precio por dosis de la vacuna es de \$136.000, el número de dosis por niño es 3 (se supone que la efectividad de la vacuna es la misma

Cuadro 11. Parámetros de la línea base

Variable	Valor	Fuente
Neonatos (2008)	857.099	DANE
Expectativa de vida al nacer	74 años	DANE
Tiempo de análisis	5 años	-
Tasa de descuento	3%	-
Precio/ dosis	13.600	-
Número de dosis	3	-
Costo administración/ dosis	3.664	-

a la de 4 dosis). Por último, se considera un costo de administración por dosis que tiene en cuenta costos como el transporte y el enfriamiento de la vacuna por un valor de \$3.664 por dosis.

Las probabilidades de contagio y mortalidad para cada una de las enfermedades son tomadas del estudio de Constela *et al.*⁶ realizado para Latinoamérica. Los parámetros considerados en el caso de la meningitis y la sepsis son asociados a las enfermedades causadas únicamente por el neumococo. En el caso de la neumonía y la sepsis los parámetros usados corresponden a este tipo de enfermedades ocasionadas por cualquier causa dentro de las que se incluye el neumococo (Cuadro 12).

La enfermedad con más alta tasa de incidencia es la otitis media con una probabilidad de 49,8% de contraer al menos un caso y con un promedio de 1,8 casos por año. Si bien la neumonía es la enfermedad que tiene menos probabilidad de causar muerte (5% frente al 37% de las demás), es la enfermedad que causa el mayor número de muertos por la alta tasa de incidencia que tiene esta enfermedad.

En el Cuadro 13 se muestra los parámetros de cada una de las enfermedades que fueron usados en la simulación. En el caso de la meningitis, el 54% de los pacientes quedan sin secuelas, mientras que el 30% y el 16% quedan con problemas auditivos y neurológicos respectivamente. El resto de las enfermedades no generan secuelas.

En términos del grado de intensidad de las enfermedades, el 54% de las meningitis son severas y el restante moderadas (Bos *et al.*⁶⁵). Por su parte, el porcentaje de neumonías que son leves, moderadas y complicadas, son 75%, 12,6% y 12,4%. Por último, casi la totalidad de las otitis media son moderadas y solo el 0,8% son severas.

Cuadro 12. Parámetros de la línea base: probabilidad de contagio y probabilidad de muerte

Enfermedad	Probabilidad de contagio	Probabilidad de muerte	Fuente
Meningitis	0,036	37	Constela <i>et al.</i>
Sepsis	0,01	37	Constela <i>et al.</i>
Neumonía	5,66	5	Constela <i>et al.</i>
Otitis media	49,80	-	Teele <i>et al.</i>

Cuadro 13. Parámetros de las enfermedades

Meningitis¹	
<i>Proporción sin secuelas</i>	54,0
<i>Proporción con problemas auditivas</i>	30,0
Moderado	29,0
Severo	72,0
Con implante coclear	27,0
Sin implante coclear	73,0
<i>Proporción con problemas neurológicos</i>	16,0
Leve	20,0
Moderado	20,0
Severo	40,0
Neumonía²	
<i>Leve</i>	75,0
<i>Moderada</i>	12,6
<i>Severa</i>	12,4
Otitis media¹	
<i>Moderada</i>	99,3
<i>Severa</i>	0,8
Con tubo de timpanostomía	39,0
Sin tubo de timpanostomía	61,0

¹ Butler *et al.*⁶⁶² Ver Bos *et al.*⁶⁵

Los DALY son obtenidos como la suma entre los años perdidos por muerte más los años vividos con alguna inhabilidad o discapacidad. Los años de vida perdidos por muerte se hallan restando la edad del niño a la expectativa de vida al momento de la muerte. Por último, los años vividos con inhabilidad se hallan multiplicando el peso correspondiente a cada episodio de enfermedad o secuela por el tiempo que dura cada una de estas. Los pesos y la duración de cada enfermedad se muestra en el Cuadro 14.

3. Costos

La perspectiva de análisis de este estudio es desde la sociedad. En este sentido, se entiende que el neumococo genera costos directos e indirectos, que afectan tanto al individuo que sufre las enfermedades derivadas de este como a la sociedad en conjunto. Entre los costos directos se encuentran todos

Cuadro 14. Peso para el cálculo de DALYs

Estado de salud	Variables DALY	
	Peso DALY	Duración del episodio
Meningitis		
Sin secuelas	0,91	11 días después de la atención médica
	0,23	(26 semanas)
Problemas Auditivos		
Moderado	0,12	Lo que le queda de vida
Severo		
Sin implante coclear	0,23	Lo que le queda de vida
Con implante coclear	0,37	1 año
	0,12	Lo que le queda de vida
Problemas neurológicos		
Leve	0,10	Lo que le queda de vida
Moderado	0,25	Lo que le queda de vida
Severo	0,76	Lo que le queda de vida
Sepsis	0,46	11 días
Neumonía		
Leve	0,09	4 días
Moderada	0,19	11 días
Severa	0,37	11 días
Otitis media		
Moderada	0,09	5 días
Severa		
Con tubo de timpanostomía	0,18	10 días
Sin tubo de timpanostomía	0,18	10 días

^a Todas las meningitis experimentan un periodo agudo y un periodo de enfermedad después del tratamiento médico sin importar que la enfermedad genere o no secuelas por el resto de la vida.

^b La categoría leve está asociada a problemas leves de desarrollo; la categoría moderada está asociada a problemas de retardo mental y la categoría severa esta asociada a retardo mental más déficit motor.

^c Por falta de información, se asumió que el peso de la neumonía leve toma la mitad del valor de la neumonía complicada.

Fuente: James R.G. Butler, Peter McIntyre, C. Raina MacIntyre, Robin Gilmour, Ann L. Howarth, Beate Sander (2003).

aquellos que se relacionan con la enfermedad durante la atención médica y los derivados de las secuelas con las que puede quedar el paciente. Para el estudio se tuvieron en cuenta los tratamientos en los centros médicos, los tratamientos ambulatorios, los gastos en los que incurre el acudiente del paciente, los costos de atención después de la enfermedad, costos de las secuelas en cuidado especial o tratamientos especializados. En cuanto

a los costos indirectos, se comprenden todos los que están asociados con la mortalidad del menor.

Para cuantificar los costos, es utilizada la recolección de información que realizó la Universidad de la Sabana a través de un monitoreo a varios hospitales en Bogotáⁱ. A partir de los resultados, se construyen estadísticas (promedio del valor), usando las tarifas del SOAT ajustada a 2007. Es decir, que se obtienen valores promedio para los costos en que incurre un paciente cuando padece alguna de las enfermedades derivadas del neumococo. A continuación, se describen los costos directos que representa cada una de las enfermedades por paciente. Para esto se hace uso del valor promedio del costo de la enfermedad y se hacen algunos supuestos, que permiten determinar los costos de la enfermedad.

3.1. Costos directos

Para las cuatro enfermedades que se derivan del neumococo, el paciente debe acudir a un centro de atención médica para ser tratado. Durante el tiempo que permanezca ahí, se le deben realizar los exámenes necesarios para determinar si tiene o no la enfermedad y posteriormente para ver su evolución. El tipo de tratamiento que recibe depende de la enfermedad y de su gravedad. Algún acudiente debe estar en esos días con el menor, lo cual implica unos gastos adicionales de alimentación y transporte, que para este caso se asume que son de \$10.000 pesos diarios en promedio. Primero se van a tomar los costos de las dos enfermedades invasivas que se desprenden del neumococo que son la Meningitis y la Sepsis, y luego las dos no invasivas que son la Neumonía y la Otitis Media. Luego, se describen los costos después de la enfermedad y de las secuelas.

3.2. Meningitis

En el caso de la meningitis, el paciente entra generalmente por urgencias al centro de salud. Una vez se encuentre en este sitio le realizan diferentes

ⁱ Ver ficha técnica en Anexo.

exámenes médicos de tipo de confirmación paraclínica, para determinar si el paciente sufre o no la enfermedad. Estos son Femocultivo, RX de Tórax, clínicos y cultivos líquidos estériles. Si al paciente se le diagnostica meningitis, debe quedarse hospitalizado en el centro médico. Desde el día de llegada, que se cuenta como la estancia en urgencias, se calcula que en promedio el menor debe estar once días hospitalizado (uno en urgencias y diez en piso en aislamiento). Esto es para el caso de una meningitis moderada, que representa unos costos de estadía en el hospital de \$1.294.060 pesos. Durante este tiempo, se le realizan pruebas de diagnóstico de laboratorio (CH, pcr, electrolitos séricos, PO) para ver la evolución de la enfermedad. El costo total de estos exámenes es de \$61.688 pesos, en promedio por paciente. El tratamiento de antibióticos que se le ordena (ceftriaxona, fenobarbital, diazepam, hidrocortisona, dezamentasona) tiene un costo de \$511.800 pesos. Adicionalmente, el paciente es remitido por interconsulta a Infectología, Neurología y Neurocirugía, lo cual representa unos \$511.800 pesos. Todos estos tratamientos cuestan en total \$2.430.548. Al incluir los gastos que enfrenta el acudiente, quien debe por lo menos ir a estar cerca del paciente durante los once días, se incrementan en \$110.000. Siendo así, tratar un caso de Meningitis no complicada cuesta \$2.540.000.

Para el caso de una meningitis complicada, los costos se incrementan. Adicionales al aislamiento en piso, este paciente es atendido en unidades de cuidado intensivos (UCI) durante siete días, y debe quedarse tres días más en piso. Esto da un total de veinte días en el centro médico, que representa un costo total de \$6.582.527. Esta enfermedad conlleva a tener que hacerle más pruebas de diagnóstico (radiología, punción lumbar, tac contrastado, resonancia magnética doble contraste), las cuales suman \$2.162.526. Los medicamentos son más caros, y cuestan \$1.200.000. Además, al paciente se le realiza una cirugía que cuesta en promedio \$289.120. Por último, las interconsultas, que se le infieren con los mismos especialistas que para el caso de la meningitis moderada, cuestan \$1.023.894. La totalidad de todos estos tratamientos es de \$11.258.067. Como es de suponer, aumentan los gastos del acudiente a un total de \$200.000, lo cual conlleva a unos costos directos por año para la meningitis complicada de \$11.458.067.

3.3. Sepsis

La siguiente enfermedad invasiva causada por el neumococo es la Sepsis. Esta enfermedad implica un total de once días de estancia en el centro médico, que se distribuyen como un día en urgencias, cinco días en piso en aislamiento y cinco días en cuidados intensivos. Para este caso, los costos totales de estadía son de \$ 4.433.280. Las pruebas de diagnóstico de laboratorio en hemocultivo y urocultivo-3, y de radiología dan un total de \$353.323. Los medicamentos que se recetan para controlar la enfermedad son antibióticos (Amonoglucósido + cefalosporina III generación ceftriaxona por diez días y corticoides), que valen \$367.174. Luego, el total de costos por tratamiento de esta enfermedad es de \$5.778.777, a lo cual se le adicionan los gastos del acudiente que son \$110.000. Por lo tanto, tratar esta enfermedad representa un valor total de \$5.888.777, solo en costos directos.

3.4. Neumonía

Para el caso de la neumonía, el tratamiento se diferencia por el grado de la enfermedad: leve, moderada o complicada. Si la neumonía es leve, su tratamiento se hace de forma ambulatoria y tiene un costo de \$130.296. Si la neumonía es moderada requiere de diez días de hospitalización en piso y un día en urgencias equivalentes a \$1.237.060. Esto va acompañado de un tratamiento con antibióticos (PNC, salbutamol y oxígeno) y de terapias respiratorias por sesiones, que son \$215.400 adicionales. Para evaluar al paciente, se requieren expertos en infectología, neumología y Cx pediátrica, a quienes se acude por interconsulta, lo cual aumenta los costos en \$373.390. Luego, la totalidad de los costos directos de tratamientos en hospital y ambulatorios para la neumonía no complicada es de \$1.825.850.

Por el contrario, si el paciente sufre neumonía complicada, los costos pasan a representar \$6.587.107. En este caso, el enfermo dura el mismo número de días en el centro médico, pero debe estar en las unidades de cuidados intensivos durante seis de los once días. Luego, debe quedarse cuatro días en piso, donde le realizan los correspondientes controles con pruebas de diagnóstico (Gases arteriales ·2, electrolitos, pruebas renales, ch·2, hemocultivo, radiología), que suman \$254.517. Los medicamentos que

les recetan cuestan \$600.000. Estos van acompañados de cuarenta sesiones de terapias respiratorias que representan \$368.000 y de la remisión a especialistas que cuenta \$422.324. Por lo tanto, el tratamiento para la neumonía complicada es de \$6.477.107, y con costos del acudiente es de \$6.587.10

3.5. Otitis media

Un menor que tenga Otitis Media no complicada, que se trata únicamente con medicamentos (antibióticos, acetaminofén y antihistamínico) tiene un costo total de \$47.400. Si esta se llega a complicar, se realizan pruebas de diagnóstico, tales como audiometría, y el menor es remitido al otorrinolaringólogo. Dependiendo de la situación del paciente, si es una otitis media complicada, se puede tratar con o sin tubo de timpanostomía. Cuando se les hace la perforación del tímpano, son hospitalizados por cirugía ambulatoria y ese mismo día son dados de alta. Los costos adicionales por este procedimiento corresponden a derechos de sala de cirugía, honorarios médicos de anestesiólogo y otorrinolaringólogo. Todo esto tiene un costo de \$1.950.000. Por el contrario, si la otitis media complicada es tratada sin tubo de timpanostomía tiene un costo menor que representa \$1.710.000

3.6. Costos de atención después de la enfermedad

Cuando el paciente sale del centro médico, debe ir a controles médicos donde el pediatra. Para el caso de una meningitis o una sepsis son dos visitas, cuya tarifa ajustada por SOAT es de \$25.000. El menor debe ir acompañado por un acudiente, quien pierde un día de trabajo si el menor está hospitalizado y medio día por cada ida al pediatra. Esto equivale a uno y a medio salario diario perdido, donde se asume que este es un salario mínimo de 2007 equivalente a \$14.457 por día.

3.7. Costos de las secuelas

Algunas de las enfermedades generan secuelas en los menores. Para este caso, únicamente la meningitis genera problemas posteriores al tratamiento. Algunos de estos son problemas neurológicos moderados, que implican

una educación especial para el menor durante diez años. La tarifa de un centro de cuidado para estos menores oscila alrededor de \$400.000 mensuales, cifra que salió de consultar la tarifa en algunos de estos planteles. Si el menor queda con problemas neurológicos severos, se generan costos mayores pues requiere el cuidado de una enfermera o asistir a un centro de cuidado especial, durante cincuenta años. El valor en este caso pasa a representar aproximadamente \$500.000 pesos mensuales. Otro tipo de secuelas son problemas auditivos. Si son moderados, se requieren ayudas auditivas cada siete años por el resto de la vida. Estos representan un costo de \$700.000 cada vez que se realice el tratamiento. Por otra parte, los problemas auditivos severos tienen dos formas de tratarse. Una es con ayudas auditivas permanentes para el menor. La segunda es con un implante coclear que tiene un costo de \$47.000.000.

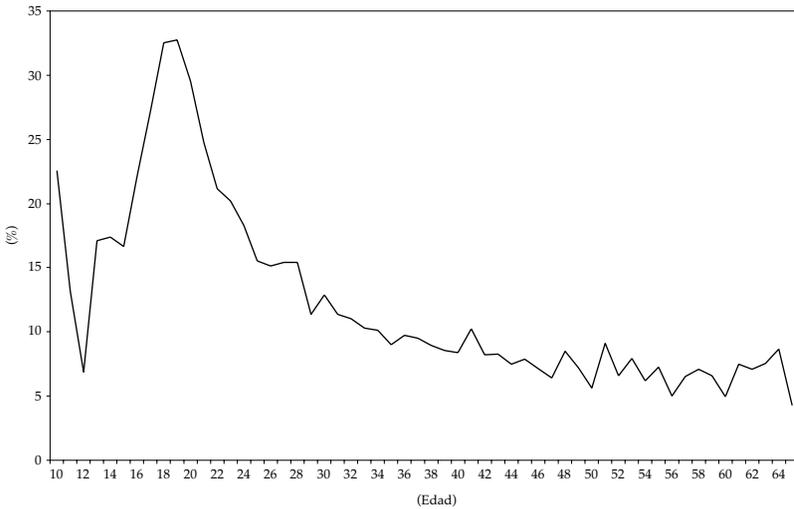
3.8. Costos indirectos

Los costos indirectos asociados al neumococo, se desprenden de la mortalidad del menor a causa de las enfermedades que genera esta bacteria. Esto representa un costo en la medida en que se pierden los flujos futuros de ingresos que iba a generar la persona en años posteriores. Para cuantificar este costo, no se supone un salario constante durante toda la vida porque, como es sabido, las personas pueden estar desempleadas durante ciertos periodos o pueden tener variaciones en sus ingresos a lo largo del tiempo. Además, los salarios se diferencian por el nivel educativo que haya alcanzado la persona. Para el caso de Colombia, el comportamiento de las tasas de desempleo muestra que conforme va creciendo la persona, va aumentando la tasa de desempleo, hasta el momento donde alcanza los 19 años donde se presentan las mayores tasas de desempleo 32,7%. A partir de este momento comienzan a disminuir estas tasas (ver Gráfico 10).

Con relación a los años de educación, las tres cuartas partes de la población no han alcanzado un nivel de educación superior. Este grupo de personas está dividido entre aquellos que no han alcanzado ningún nivel educativo, pues tienen entre cero y cinco años de educación y corresponden a el 26% de la población total; quienes tienen educación preescolar (entre 6 y 10 años), que representa el 26% de la población; y quienes tienen 11 años de

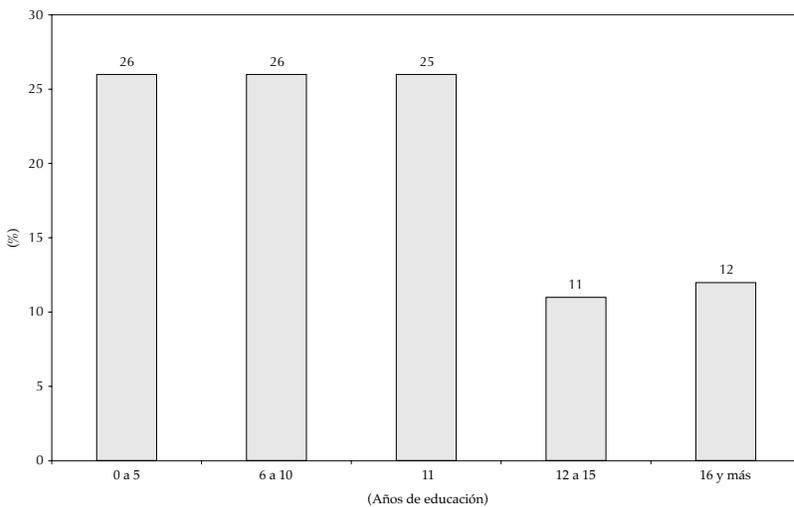
educación, que equivale a un nivel de educación secundaria. El restante 23% de la población ha alcanzado un nivel de educación superior (Gráfico 11).

Gráfico 10. Tasa de desempleo



Fuente: GIH 2006.

Gráfico 11. Población por nivel educativo



Fuente: GIH 2006.

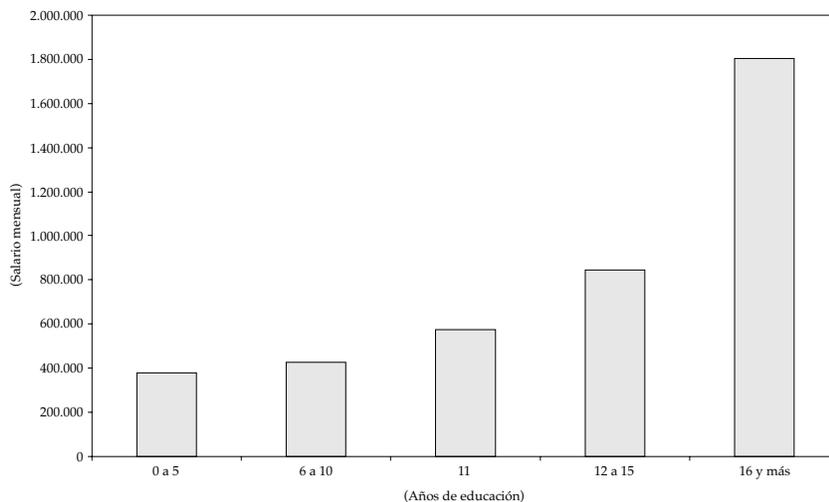
Los años de educación están relacionados con el salario que se percibe. Quienes han alcanzado mayores niveles de educación tienen mayores salarios. Un persona con más de dieciséis o más años de educación, en 2007 recibía un salario de \$1.800.000, mientras que una persona con educación primaria no supera unos ingresos salariales de \$500.000 (ver Gráfico 12).

Para simular el flujo de ingresos perdidos se va ajustar a la población que muere por el nivel educativo actual, sus niveles de salarios, y las respectivas tasas de desempleo a las que se enfrenta la persona a lo largo de su vida. Adicionalmente, se supone que para cada año el salario real se aumenta en 1%, para reflejar las mejoras en la educación que hubiera alcanzado el menor, que se verían reflejados en los salarios. Por lo tanto, se calcula cuales con los ingresos totales perdidos, diferenciando entre aquellas personas que fueron vacunadas y quienes no fueron vacunadas. Así, el flujo perdido de ingresos de la población que muere se puede expresar con la siguiente ecuación:

$$\text{ingresos_perdidos} = \sum_{i=\text{edu}} \sum_{t=1} w_i * (1 - \text{desempleo}_t) * (1,01)^{t-1} \quad (6)$$

Donde, es el salario para cada nivel educacional y es la tasa de desempleo que hay en cada momento del tiempo de la vida del individuo.

Gráfico 12. Salarios por nivel educativo (2007)



Fuente: GH 2006, pesos de 2007.

4. Escenario base

4.1. Análisis costo efectividad

En el Cuadro 15 se muestra los resultados del escenario base. Como se puede apreciar, la introducción de la vacuna evita 120.249 millones de pesos en el tratamiento de las enfermedades. La mayor parte de este ahorro (70%) esta representado por los costos que se evitan en los tratamientos de la neumonía. Estos costos solo incluyen los costos directos descritos en la sección anterior, con el fin de evitar un doble conteo de los beneficios de la vacuna.

En términos de la efectividad de la vacuna, su introducción evita 1.060 casos de meningitis, 298 casos de sepsis, 72.688 casos de neumonía y 224.977 casos de otitis. El total de muertes que evita, en los 5 años de análisis, es de 4.016. Esta cifra corresponde a evitar 2,25 muertes al día. La mayor parte de las muertes que se evitan (88%) provienen de la efectividad que tiene la vacuna sobre la neumonía (Gráfico 13).

Al expresar la efectividad en número de años perdidos y en DALYS, la vacuna ahorra 113.480 años y previene la pérdida 115.487 DALYS. De esta forma, el costo por vida salvado asciende a 58,1 millones de pesos. El costo por año de vida salvado como el costo por DALY evitado es de 2,1 millones de pesos.

Con estos resultados, y dados los criterios establecidos en el documento, la vacuna cae en el rango de alta costo efectividad lo que la convierte en una buena alternativa para ser incluida en el gobierno como política pública.

4.2. Análisis costo beneficio

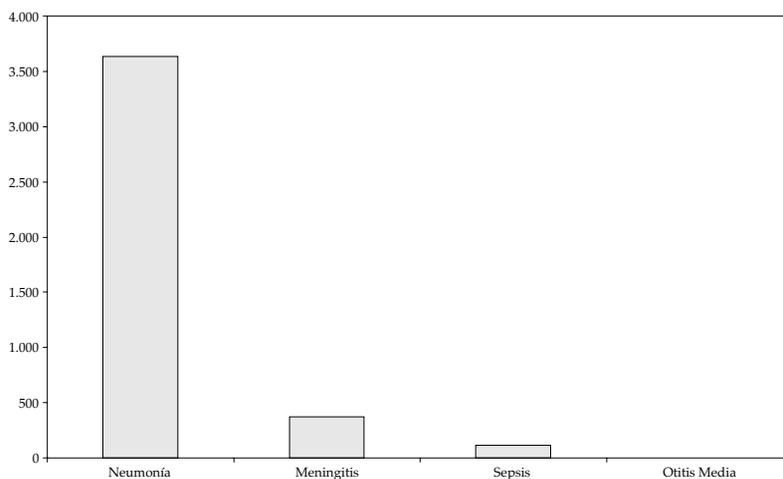
En este análisis, además de los costos directos, se incluyen los costos indirectos asociados a la pérdida de ingresos. La metodología usada es la que se describió en la sección anterior. De esta manera, al ajustar la población muerte por el nivel educativo y el nivel salarial, la introducción de la vacuna ahorraría 53.849 millones de pesos como se puede apreciar en el Cuadro 16.

Los costos netos de la vacuna, esto es, el costo de vacunación menos los costos evitados por el tratamiento de las enfermedades asciende a 238.961 millones de pesos (ver Cuadro 17). Si a este valor se le resta los costos (evita-

Cuadro 15. Resultados del escenario base

	Sin vacuna	Con vacuna	Diferencia
Costos de vacunación (\$ millones)			
Costos de la vacuna	-	349.696,4	-349.696,4
Costo de la administración	-	9.513,8	-9.513,8
Costo total de la vacuna	-	359.210,2	-359.210,2
Costos de tratamiento (\$ millones)			
Enfermedades Invasivas			
Meningitis	26.123,1	7.869,2	18.253,9
Sepsis	2.406,8	723,5	1.683,3
Total invasivas	1.942,0	584,0	1.358,0
Neumonía	282.380,4	197.620,4	84.760,1
Otitis media (episodios)	276.848,5	261.296,9	15.551,5
Costos totales de tratamiento	587.758,8	467.510,1	120.248,7
Costos netos de la vacuna (\$ millones)			238.961,4
Efectividad			
Número de casos			
Enfermedades invasivas			
Meningitis	1.516,0	456,0	1.060,0
Sepsis	426,0	128,0	298,0
Total invasivas	1.942,0	584,0	1.358,0
Neumonía	241.058,0	168.370,0	72.688,0
Otitis media (episodios)	3.877.138,0	3.652.161,0	224.977,0
Número de muertes			
Enfermedades invasivas			
Meningitis	531,0	160,0	371,0
Sepsis	158,0	47,0	111,0
Total invasivas	689,0	207,0	482,0
Neumonía	12.053,0	8.419,0	3.634,0
Otitis media (episodios)	0,0	0,0	0,0
Total número de muertes	12.742	8.626	4.116
Años de vida perdidos			
Enfermedades invasivas			
Meningitis	10.313,9	3.100,4	7.213,5
Sepsis	4.471,2	1.344,1	3.127,1
Total invasivas	-	-	-
Neumonía	341.988,7	238.848,5	103.140,2
Otitis media (episodios)	0,0	0,0	0,0
Total años de vida perdidos	356.773,8	243.293,0	113.480,8
DALYS perdidos			
Enfermedades invasivas			
Meningitis	12.529,2	3.766,4	8.762,9
Sepsis	4.474,7	1.345,1	3.129,6
Total invasivas	-	-	-
Neumonía	342.612,3	239.284,1	103.328,2
Otitis media (episodios)	4.584,3	4.318,0	266,3
Total DALYS perdidos	364.200,6	248.713,6	115.487,0
Costo efectividad			
Costo por muerte evitada (\$ millones)			58,1
Costo por año de vida salvado (\$ millones)			2,1
Costo por DALY evitado (\$ millones)			2,1

Fuente: cálculos propios.

Gráfico 13. Número de muertes evitadas en los 5 años del análisis

Fuente: GIH 2006, pesos de 2007.

Cuadro 16. Ingresos perdidos por mortalidad

	Con vacuna	Sin vacuna	Diferencia
Número de muertes	8.625	12.741	4.116
Salarios perdidos*	112.133	165.983	53.849

* Millones de pesos.

Fuente: cálculos propios.

Cuadro 17. Estadísticos de las réplicas

Media	1.601.034
Desviación estándar	1.023.406
Máximo	7.345.723
97,5%	3.398.111
Mediana	1.501.603
2,5%	472.012
Mínimo	102.351

Fuente: cálculos propios.

dos) indirectos ocasionados por la mortalidad, el costo neto de la vacunación ascendería a 185.115 millones de pesos. El precio de la dosis que hace que el costo de la vacunación sea igual a los beneficios (costos evitados) es de 58.195 pesos. Cualquier precio por debajo de este umbral, daría como resultado que los beneficios de la vacunación sean superiores a sus costos.

5. Análisis de sensibilidad

5.1. Escenario 1: escenario conservador

Este escenario busca proponer un cuadro conservador al suponer que las tasas de eficacia, de mortalidad y de incidencia son menores que las planteadas en la línea base. En este sentido, se busca que la introducción de la vacuna evite menos casos, muertes y, por lo tanto, menos costos.

En este escenario se supone que la eficacia de la vacuna, las tasas de incidencia y las tasas de mortalidad se reducen en un 25% para todas las enfermedades. Estos supuestos arrojan como resultado un costo por DALY evitado de 5.723.408 pesos. Este costo sigue siendo altamente costo efectivo pues sigue siendo inferior al valor del PIB per cápita.

En términos del análisis costo beneficio, bajo este escenario, la introducción de la vacuna evitaría 69.359 millones de pesos correspondientes a los costos de las enfermedades evitadas. Por el lado de las muertes, este escenario evita apenas 1.746 muertes. Estas muertes, al ser valoradas con la metodología descrita anteriormente, generan un beneficio a la sociedad por un valor de 22.804 millones de pesos. En resumen, si le restamos al costo de la vacunación (359.210 millones) los beneficios por el costo de las enfermedades y muertes evitadas, el costo beneficio de introducir la vacuna sería de 267.047 millones de pesos. El precio de la dosis que igualaría los costos de la vacunación con los beneficios sería de 32.143 pesos. Cualquier precio inferior a este haría que los beneficios superaran a los costos de la vacunación.

En conclusión, aún siendo pesimistas acerca de los parámetros de la línea base, la introducción de la vacuna sigue siendo altamente costo efectiva según el criterio de costo efectividad establecido para la OMS.

5.2. Escenario 2: aumenta la efectividad contra la Neumonía

Este escenario explota el resultado de un estudio reciente sobre la efectividad que ha tenido la vacuna sobre las neumonías. Zhou *et al.*⁶⁷ encuentran que la eficacia contra la neumonía es de 52,4%. Este valor es usado para reemplazar la eficacia de 30,3% usado en la línea base.

Dado que la neumonía determina casi la totalidad del efecto sobre las muertes evitadas y los DALYS evitados, es natural que el costo por DALY evitado descienda a un poco menos de la mitad del escenario base, es decir a 935.098 pesos. Naturalmente este costo pertenece al rango de alta costo efectividad.

En este escenario, los costos evitados en el tratamiento de enfermedades pasan de 120.249 millones de pesos en el escenario base a 265.535 millones. El número de muertes evitadas pasan de 4.116 a 6.776 muertes. El costo de estas muertes asciende a 88.676 millones de pesos. De esta manera, si se resta al costo de vacunación, el costo evitado por muertes y enfermedades, el análisis da un resultado de costo beneficio de 6.776 millones de pesos. El precio que iguala los costos a los beneficios de la vacuna es de 134.055 pesos por dosis. De nuevo, cualquier precio de dosis inferior a este, haría que los beneficios excedieran los costos de las vacunas.

5.3. Escenario 3: análisis multivariado

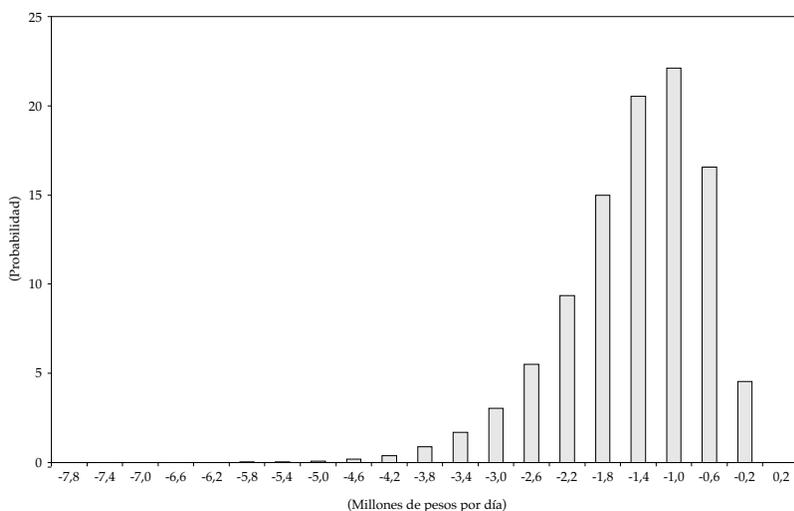
Este escenario hace unas simulaciones de Monte Carlo, variando los parámetros de las variables que se especifican más adelante. Este ejercicio toma aleatoriamente los parámetros de cada una de las variables generando, en cada replica, un valor del cociente de costo efectividad. Este ejercicio se realizó 40.000 veces lo que permitió generar una distribución del cociente de costo efectividad.

Se supuso una distribución triangular con límites inferior y superior la mitad y 1,5 veces los parámetros del escenario base para la mortalidad y las tasas de incidencia. En el caso de la efectividad de la vacuna, se supuso que se distribuía triangularmente con límite inferior y superior 0,75 y 1,25 veces sus parámetros en la línea base. Por último, el precio de la dosis, el precio de la educación especial, el precio de la enfermera y el precio de la ayuda

auditiva se distribuyen uniformemente entre \$70.000 y \$40.000, \$200.000 y \$600.000, \$0 y \$800.000, y, \$500.000 y \$1.000.000 de pesos respectivamente.

En el Gráfico 5, se muestra la distribución de las 40.000 replicaciones realizadas. Como se puede apreciar, la mayoría de los resultados del cociente de costo efectividad se concentran alrededor de 1.600.000 pesos por DALY evitado. De hecho, el máximo valor que alcanzado por una replica fue de 7.345.723. pesos como se observa en los estadísticos de la distribución de las réplicas (Gráfico 14 y Cuadro 17).

Gráfico 14. Distribución de las réplicas del cociente de costo efectividad



Fuente: cálculos propias.

Estos resultados demuestran que ante cambios grandes en los parámetros que definen la costo efectividad de la vacuna contra el neumococo, esta es siempre costo efectiva, pues el valor del cociente de costo efectividad se encuentra siempre dentro de los valores que son costo efectivos según la clasificación de la Organización Mundial de la Salud.

5.4. Escenario 4: el efecto rebaño

En este escenario se incorporan el efecto que puede tener la vacuna sobre la población no vacunada. Este es un ejemplo típico de lo que se conoce en

economía como una externalidad positiva, donde las acciones de unos agentes aumentan el bienestar de otros sin generar ningún costo adicional.

El efecto rebaño es la protección indirecta que gana la población no vacunada a través de la disminución del organismo trasmisor como resultado de su erradicación en la población vacunada. Según estudios de la OMS (2000), anualmente mueren por neumonía cerca de 3,5 millones de personas. De este grupo de personas, aproximadamente 1,9 millones son personas mayores de 5 años. El efecto que tiene la vacuna sobre este grupo poblacional (rebaño) ha sido estudiado por varios autores. Por ejemplo, en Estados Unidos, Lieu *et al.*⁶¹ estima que la vacuna previene dos casos de neumonía en esta población, por cada caso prevenido en la población vacunada^j.

En esta sección se estudia el efecto rebaño asociado a la reducción de las neumonías cuyo tratamiento es ambulatorio o requiere hospitalización. De acuerdo a Lionel *et al.*⁷⁹ el 13,6% de las neumonías que llegan a los hospitales requieren hospitalización, el resto de las neumonías se tratan de forma ambulatoria. Según la unidad de seguimiento de la Universidad de la Sabana, el costo de tratamiento ambulatorio de esta enfermedad es de \$571.000. Este costo incluye la atención médica, Rx de diagnóstico y control, exámenes de laboratorio, terapia respiratoria y el tratamiento farmacológico. Dado que no se tiene información sobre los costos de la hospitalización para la población adulta, se asume que el costo por cada paciente es equivalente al costo de una neumonía media en el caso de los niños.

En el Cuadro 18 se muestra el tamaño de la población sujeta al efecto rebaño así, como la incidencia de las neumonías que son clínicamente diagnosticadas. Como se aprecia en esta tabla, la incidencia de la neumonía crece exponencialmente con la edad del individuo. Lo contrario ocurre con la población que pertenece a cada rango de edad.

Es natural que el efecto rebaño crezca a partir del año de implementación de la vacuna con el aumento paulatino de la población vacunada. En el Cuadro 19 se puede apreciar como aumenta la eficacia de la vacuna durante los 5 años una vez arranca su implementación.

^j Otros estudios que han incorporado el efecto rebaño han encontrado que el ratio de costo efectividad disminuye entre el 18% y el 92%.

Cuadro 18. Incidencia de la neumonía y tamaño de la población

Edad	Incidencia de neumonía ambulatoria (100.000 hab.)	Incidencia de neumonía no ambulatoria (100.000 hab.)	Población en Colombia
5 a 14	41	5	8.911.110
15 a 44	107	11	20.535.890
45 a 64	372	21	7.400.114
65 y más	2309	60	2.783.457

Fuente: Ray *et al.*⁶⁹, DANE.**Cuadro 19. Disminución de la incidencia de la neumonía (%)**

Edad	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
5 a 14	2	2	4	4	4
15 a 44	3	4	5	5	6
45 a 64	1	2	3	3	3
65 y más	1	2	4	4	5

Fuente: Ray *et al.*⁶⁹

Para modelar el efecto rebaño se simuló una cadena de Markov para cada rango de edad^k. Esta cadena tiene en cuenta la transición entre los estados de sano, neumonía y muerte. Como se puede apreciar en el Gráfico 15, toda la población arranca en el estado sano y hace transición a los otros estados de acuerdo a la tasa de incidencia, el efecto rebaño (disminución de la incidencia) y a la tasa de mortalidad de la neumonía^l.

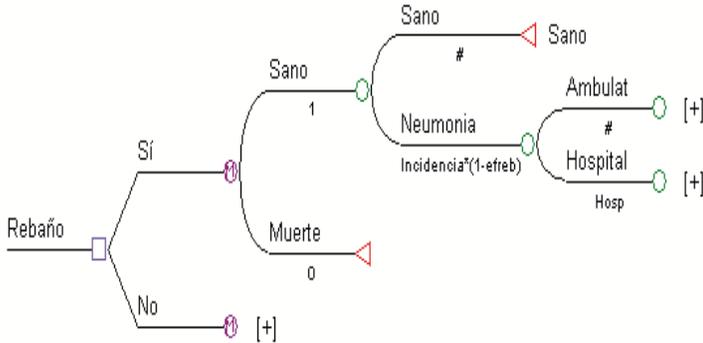
En el Cuadro 20 se muestran los resultados de la simulación. Como se puede apreciar, el efecto rebaño evita 1.006 muertes en la población mayor a los 5 años. En total, si se tienen en cuenta los resultados del escenario base, el número de muertes que la vacuna evitaría sería de 5.122.

En términos de los costos evitados, el efecto rebaño evita 15.537 millones de pesos en los 5 años de análisis. Si a esto se le suma los costos evitados

^k Para simplificar el análisis, dentro de cada rango de edad se corrió la simulación para la edad correspondiente a la edad mediana de cada rango.

^l La tasa de mortalidad se supuso en 5%. Este supuesto es conservador ya que la tasas de mortalidad es mayor en la población más adulta.

Gráfico 15. Cadena de Markov



Cuadro 20. Los efectos del efecto rebaño

Edad	Costos evitados (millones de pesos)	Muertes evitadas	DALYS evitados
5 a 14	498,7	231,1	893,0
15 a 44	4.239,9	278,6	6.426,0
45 a 64	2.650,2	174,4	2.238,0
65 y más	7.951,6	525,0	1.007,0
Total	15.337,4	1.209,2	10.564,5

Fuente: cálculos propios.

por los efectos directos (120.249 millones), los costos evita ascenderían a 135.785 millones de pesos.

En el Cuadro 21 se muestra el resumen del análisis realizado. Los costos que evita el efecto rebaño representan apenas el 6,5% de los costos netos iniciales. Los DALYS evitados por el efecto rebaño ascienden a 10.565 días. Esto arroja como resultado un costo por DALY evitado de 1,77 millones.

Para analizar el costo beneficio solo se tuvieron en cuenta los costos asociados a las muertes de la población que no superara los 65 años. De esta manera, el costo de las 684 muertes de esta población asciende a 10.235 millones de pesos. Si a este costo se le suma el de las muertes evitadas de la población vacunada, el costo total de las muertes evitadas asciende a 68.430 millones de pesos. Con este resultado, el costo beneficio de la vacuna sería de 155.194 millones de pesos (223.624.4 de los costos de los efectos directos retando el costo de las muertes evitadas). Finalmente el precio de

la dosis que iguala los costos de vacunación a los beneficios es de 75.643 pesos. Cualquier precio inferior hace que los beneficios excedan a los costos de vacunación.

Cuadro 21. Resultados del efecto rebaño

	Sin vacuna	Con vacuna	Diferencia
Costos (millones)			
Sin rebaño	587.758,8	826.720,2	238.961,4
Efecto rebaño	-15.337,0	-	-15.337,0
Total			226.624,4
DALYS			
Sin rebaño	364.200,6	248.713,6	115.487,0
Efecto rebaño	292.501,0	281.936,4	10.564,5
Total			126.051,5
Costo por DALY evitado (millones)			1,77

Fuente: cálculos propios.

CAPÍTULO CUATRO

La mortalidad y las metas del milenio

El éxito económico de una sociedad no solo debe medirse con su crecimiento económico sino también con el impacto que tienen las políticas macroeconómicas en los sectores sociales como la educación o la salud. La importancia de este impacto ha sido reconocida por instituciones como el FMI quienes consideran como requisito de un crecimiento económico sostenible, cierta estabilidad en las condiciones políticas de la sociedad. Para ello, el FMI ha dado prioridad al fortalecimiento de las redes de seguridad social y a un esquema presupuestario que propenda por educación pública adecuada, salud y oportunidades para los pobres (Hsiao y Heller⁶⁸).

No es casualidad entonces, que 6 de los 8 *Objetivos de Desarrollo del Milenio* (2015) suscrito por los países miembros de las Naciones Unidas tengan que ver con el estado de salud de una sociedad. Estos objetivos están relacionados con la pobreza, el hambre, la mortalidad, la presencia de ciertas enfermedades e incluso con el acceso a agua potable y a medicamentos esenciales como se puede apreciar en el Cuadro 22.

Colombia, al ser parte de este acuerdo, se comprometió con la meta universal de reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años. Para lograr esta meta, el gobierno Nacional ha establecido 3 metas Nacionales:

- ❑ Reducir la tasa de mortalidad en menores de 5 años a 17 muertes en 2015. La línea base para llegar a este objetivo es la tasa de mortalidad existente en 1990 correspondiente a 37,4 muertes por 1.000 nacidos.
- ❑ Reducir la tasa de mortalidad en menores de 1 año a 14 muertes en 2015. La línea base para llegar a este objetivo es la tasa de mortalidad existente en 1990 correspondiente a 30,8 muertes por 1.000 nacidos.
- ❑ Alcanzar y mantener las coberturas de vacunación en el 95% con el Plan Ampliado de Inmunizaciones (PAI) para los menores de 5 años en todos los municipios de Colombia. La línea base para llegar este objetivo es la tasa de cobertura de 1994 correspondiente a 92%.

Cuadro 22. Objetivos del milenio 2015

Objetivos	Meta	Indicadores
1. Erradicar la pobreza extrema y el hambre.	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reducir entre 1990 y 2015 el porcentaje de personas que padecen hambre. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Prevalencia del subpeso en niños menores de 5 años. ☐ Proporción de la población que consume una cantidad insuficiente de alimentos.
4. Reducir la mortalidad en los niños menores de 5 años	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reducir en dos terceras partes, entre 1990 y 2015, la tasa de mortalidad de los niños menores de 5 años. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Mortalidad de menores de 5 años. ☐ Mortalidad infantil. ☐ Proporción de niños menores a 1 año inmunizados contra el sarampión.
5. Mejorar la salud materna	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reducir en tres cuartas partes, entre 1990 y 2015, la tasa de mortalidad materna. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Mortalidad materna. ☐ Proporción de partos atendidos por personal calificado.
5. Combatir el VIH, la malaria y otras enfermedades	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Haber detenido y comenzado a reducir, para el 2015, la propagación del VIH. ☐ Haber detenido y comenzado a reducir, para el 2015, la incidencia del paludismo y otras enfermedades graves. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Prevalencia del VIH. ☐ Tasa de uso de anticonceptivos. ☐ Razón de niños huérfanos y no huérfanos que van al colegio entre los 10 y los 14 años.
6. Garantizar la sostenibilidad del medio ambiente.	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Reducir a la mitad, para el 2015, el porcentaje de personas sin acceso sostenible al agua potable y al saneamiento básico. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Proporción de la población acceso continuo a agua potable
7. Fomentar una asociación mundial para el desarrollo	<ul style="list-style-type: none"> ☐ En cooperación con la industria farmacéutica, proporcionar acceso a medicamentos esenciales en los países en desarrollo a un precio razonable. 	<ul style="list-style-type: none"> ☐ Población con acceso de forma asequible a drogas esenciales.

Fuente: ONU.

Para cumplir estas metas, el gobierno planteó en el CONPES 91 una serie de estrategias entre las que se incluye incrementar progresivamente la cobertura de la afiliación a la seguridad social, promoviendo la focalización de los subsidios a la población menor de 5 años, a las mujeres gestantes y a las mujeres en edad fértil; impulsar acciones de promoción de la salud y la prevención de la enfermedad; mejorar el acceso efectivo a las atenciones la protección de salud; mejorar la **calidad** de la atención a la población materno infantil, entre otras.

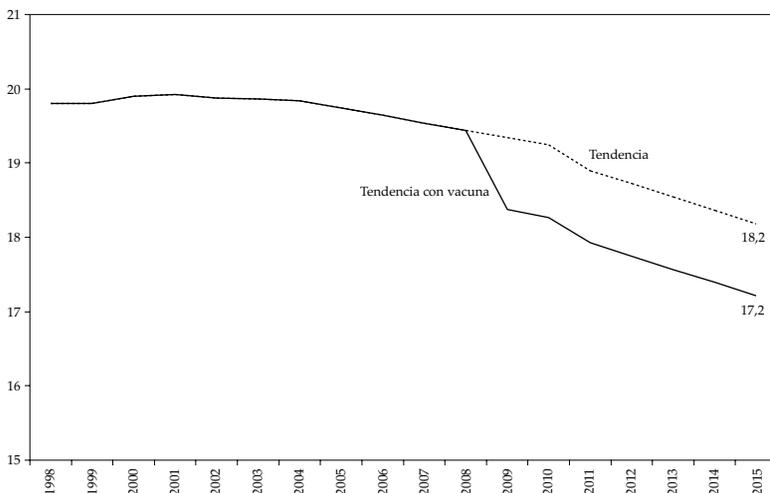
Para mejorar la **calidad** de la atención a la población materno infantil, el gobierno planteó varios puntos entre los cuales se incluye la ampliación de coberturas de vacunación útiles con los biológicos del PAI. Sin duda, como

se mostró en este estudio, la vacuna neumocócica resulta ser una vacuna altamente costo efectiva, no solo en términos de morbilidad sino también, en términos de mortalidad.

Para medir el impacto que tendría la implementación de la vacuna en la reducción de la mortalidad en los menores de 5 años, se realizaron algunas simulaciones teniendo en cuenta el número de muertes evitadas en un escenario de cobertura universal. Los Gráficos 16 y 17 muestran la tendencia de la mortalidad en niños menores de 1 año y de niños menores de 5 años, así como el cambio que tendría esta tendencia si se introdujera la vacuna en el año 2009.

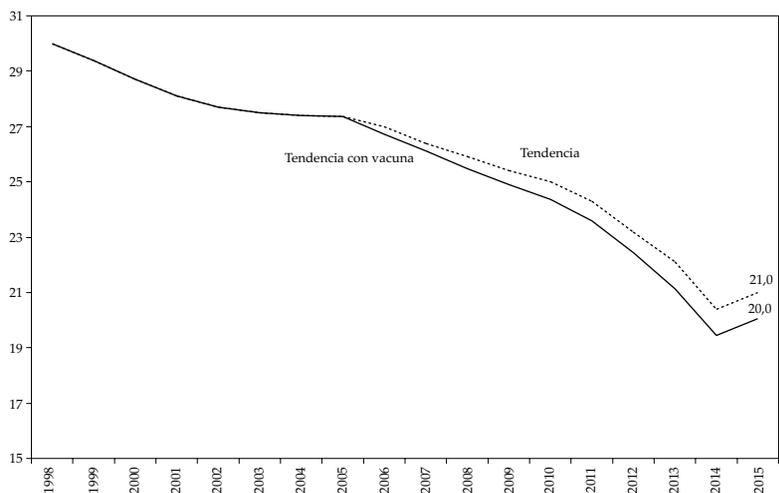
Como se puede apreciar en este par de gráficos, la vacuna ayudaría a disminuir en un punto porcentual la tendencia de cada una de las mortalidades, acercándolas a las metas planteadas en los objetivos del milenio. En el caso de la mortalidad en menores de 1 año se espera que la vacuna evite un promedio de 832 muertes al año una vez se implemente la vacuna. En el caso de la mortalidad en menores de 5 años se espere que el número de muertes evitadas aumente y se estabilice a partir del 5 año: en el año 2009 el número de muertes evitadas ascendería a 832, mientras que en el año 2013, 2014 y 2015, el promedio de muertes evitadas sería de 4.116.

Gráfico 16. Tasa de mortalidad en menores de 1 año



Fuente: CONPES 91 y cálculos propios.

Gráfico 17. Tasa de mortalidad en menores de 5 años



Fuente: CONPES 91 y cálculos propios.

Funcionamiento institucional y financiero del sector salud en Colombia

Para que la vacuna contra el neumococo pueda entrar a ser parte del Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI), es necesario tener las fuentes de financiamiento correspondiente. Antes de entrar en detalle sobre las posibilidades de recursos, es importante entender el funcionamiento institucional y financiero del sistema de salud en Colombia.

1. Funcionamiento institucional

El actual sistema se estableció en 1993 con la Ley 100, donde se creó un sistema basado en el aseguramiento y la solidaridad. De este modo, surgió el Sistema General de Seguridad Social en Salud (SGSSS). Este parte de la diferenciación de la población, según su capacidad de pago, en dos tipos de regímenes: el Régimen Contributivo (RC) y el Régimen Subsidiado (RS). El RS está conformado por personas de bajo nivel de ingreso pertenecientes al nivel 1 y 2, y algunas del 3 del Sistema de Selección de Beneficiarios del Programas Sociales (SISBEN)^m. Por otro lado, al RC pertenecen aquellas personas con capacidad de pago, que tienen un trabajo formal o que tienen un nivel igual o superior a tres en SISBENⁿ. En cuanto al cubrimiento de los planes, el RC cubre al núcleo familiar, mientras que el RS confiere beneficios individuales a cada afiliado. La Ley 100 establecía un periodo de transición hasta el año 2000 para que toda la población que no estaba cubierta por el sistema (los "vinculados"), se adhirieran a alguno de los dos regímenes. En 2004 se creó la figura de Régimen Subsidiado Parcial, con el fin de reducir el número de vinculados. Estos reciben menos beneficios que los miem-

^m Según la Ley 100 de 1993, tienen prioridad madres (durante el embarazo, parto y posparto y periodo de lactancia), madres comunitarias, madres cabeza de familia y niños menores de un año.

ⁿ Específicamente, corresponden a las personas vinculadas a través de un contrato laboral, servidores públicos, pensionados, jubilados y trabajadores independientes con capacidad de pago.

bros del RS, pero aún así están asegurados. Sin embargo, en la actualidad continúan existiendo personas que no hacen parte del sistema.

La administración y prestación de servicios de salud para estos tres grupos está a cargo de tres tipos de entidades: i) Entidades Promotoras de Salud (EPS); ii) Administradoras del Régimen Subsidiado (ARS)^o; iii) y las Instituciones Prestadoras de Salud (IPS). Estos servicios giran alrededor de un paquete de servicios básicos que se ofrece a afiliados al régimen contributivo o subsidiado (Plan Obligatorio de Salud - POS). El POS está diseñado para ofrecer una protección integral a las familias en la promoción, prevención, diagnóstico, tratamiento y rehabilitación de todas las patologías. Existen dos tipos de POS, el POS-C (contributivo) al cual acceden los beneficiarios del RC, y el POS-S (subsidiario), para los beneficiarios del RS. De este último, se desprende el POS-S parcial dirigido a los beneficiarios del RS parcial. Es importante aclarar que el seguro que compran los vinculados al RC les otorga un paquete de beneficios más amplio que el que reciben los beneficiarios del RS.

Las EPS son las encargadas de prestar o garantizar directa o indirectamente la prestación del Plan Obligatorio de Salud (POS) a sus afiliados del RC. Las ARS (hoy EPS's) se encargan, además de prestarle sus servicios al RS, de atender los requerimientos del RS parcial. Ambos tipos de entidades contratan los servicios ofrecidos por las IPS, es decir los hospitales o centros de salud de carácter público, privado, mixto, comunitario o solidario. Estas están encargadas de ofrecer el contenido del paquete de servicios básicos de medicamentos y procedimientos al que acceden los afiliados del SGSSS (Plan Obligatorio de Salud - POS), y de ofrecer servicios a los individuos "vinculados", que no cuentan con ningún tipo de cobertura (o que tienen subsidio parcial).

Adicionales a los servicios del POS, existen otros paquetes de servicios. Unos de estos son los Planes Opcionales de Atención Complementaria (PAC) y los planes de medicina prepagada, que albergan el mismo contenido del POS, pero con mejoras en su calidad y por tanto mayores costos. Para acceder a estos es prerequisite pertenecer al RC y estar afiliado a una EPS.

^o Llamadas EPS's a partir de la Ley 1122 de 2007.

Así mismo, existe una prestación de servicios de salud adicional en cada municipio llamada el Plan de Atención Básica (PAB)^P. El PAB recoge el conjunto de actividades, intervenciones y procedimientos de promoción, prevención y vigilancia de la salud pública y control de factores de riesgo dirigidos a la colectividad^Q. El PAB está compuesto por 5 elementos: i) promoción de la salud sexual y reproductiva; ii) promoción de la enfermedad (e.g. vacunación); iii) vigilancia en salud pública (e.g. vigilancia a la mortalidad evitable); iv) gestión en salud ambiental (e.g. tratamiento y disposición de residuos líquidos y sólidos); v) y gestión (e.g. planes para administrar de manera eficiente los recursos). El responsable de ejecutar las acciones de este plan es el alcalde de cada municipio.

Dentro del PAB, está incluido el Programa Ampliado de Inmunizaciones (PAI), que busca "lograr unas coberturas universales de vacunación con el fin de disminuir las tasas de mortalidad y morbilidad causadas por enfermedades inmunoprevenibles a la población menor de 5 años" [Ministerio de Protección Social, PAI].

Como agente intermediario entre la oferta de todos estos servicios de salud y la demanda del SGSSS, se encuentra el FOSYGA. Esta es una cuenta adscrita al Ministerio de Protección Social, que maneja los recursos del SGSSS para garantizar la compensación entre personas de distintos ingresos y riesgos del RC, recolectar los aportes de solidaridad provenientes del RC y dirigidos al RS y cubrir los riesgos generales. El FOSYGA administra los recursos por medio de subcuentas donde se concentran los diferentes recursos con destinación específica. La primera de estas es la de compensación interna del RC, donde se recaudan las contribuciones de sus afiliados. Estos dineros son recolectados por las EPS y les son devueltos según la cantidad de afiliados. Cada afiliado representa una UPC que hay que reconocer. La subcuenta de solidaridad del RS, maneja los fondos de financiamiento de este régimen. En esta se depositan los aportes de solidaridad del RC, de las Cajas de Compensación, recursos anteriores de la subcuenta, impuestos de remesas petroleras y del presu-

^P Según el Decreto 3039 de 2007, cada cuatro años el Gobierno Nacional, define el Plan Nacional de Salud Pública, donde se definen las Acciones Colectivas de Prevención y Promoción de la Salud (actual PAB).

^Q Tomado del Ministerio de Salud, Resolución 04288, Art. 3 de 1999.

puesto general de la Nación. Allí, se concentran los recursos para transferir a las ARS lo correspondiente a la UPC-S de sus afiliados. La tercera subcuenta es la de promoción de la salud, donde llegan recursos del RC, de entidades territoriales y del Presupuesto General de la Nación (PGN) que se destinan a actividades de salud pública en prevención, educación y vacunación. Por último, la subcuenta de riesgos catastróficos y accidentes de tráfico (ECAT), unifica los fondos para cubrir eventos terroristas, catástrofes de origen natural y accidentes de tránsito. Los recursos de esta cuenta provienen de entidades aseguradoras autorizadas para ofrecer el seguro obligatorio de accidentes de tránsito (SOAT), de Empresa Territorial para la Salud (ETESA), de recursos de la Nación y de donaciones en dinero o en especie de personas naturales o jurídicas nacionales e internacionales.

En cuanto a la regulación en el SGSSS la Ley 100 encargó a tres agentes la regulación, vigilancia y direccionamiento de la regulación sobre el SGSSS: i) el Consejo Nacional de Seguridad Social en Salud (CNSS), máxima autoridad de dirección del sistema, responsable de actualizar y diseñar el contenido del POS y de fijar el valor de la UPC, entre otras funciones; ii) el Ministerio de Protección Social, encargado de la formulación de las políticas del sector, estrategias del sistema, diseño de planes, programas, normas y regulaciones en pro de la calidad y la gestión eficiente del sistema^r; y iii) la Superintendencia Nacional de Salud, encargada de vigilar, inspeccionar y controlar los diferentes actores del sistema.

El CNSSS tiene 14 miembros que representan a cada uno de los actores que intervienen en el sistema de salud (i.e. el gobierno, las empresas, los profesionales del sector, los usuarios y empleados)^s. En representación del gobierno asisten al Consejo, el Ministro de Hacienda y Crédito Público, un representante del Instituto de Seguridad Social, las entidades departamentales, las municipales de salud y el Ministro de Protección Social, (quién preside el Consejo). Los ocho miembros restantes son elegidos por

^r En concreto la Ley otorga estas funciones al Ministerio de Trabajo y al de Salud, los cuáles se fusionaron en el Ministerio de Protección Social por medio de la Ley 790 de 2002 y el Decreto 205 de 2003.

^s Art. 171 de Ley 100 de 1993.

el gobierno de una terna enviada por las empresas (pymes y gran empresa), las EPS, las IPS, los profesionales de la salud, los trabajadores, pensionados y usuarios del sector rural^t. Además de los 14 miembros, participa un grupo de asistentes e invitados sin voz ni voto^u, que pueden ser invitados de manera permanente u ocasional.

2. Funcionamiento financiero

El funcionamiento financiero del sistema se define por las fuentes y los usos de los recursos disponible para este sector. Los tres usos principales de los recursos son: i) los de la demanda, correspondientes a los aseguramientos tanto del régimen contributivo como del subsidiado (completo y parcial); ii) los de oferta, es decir todos los recursos que van directamente a financiar a las IPS, iii) y los de salud pública, cuyos principales componentes son la educación en salud, la prevención y la vacunación. Para financiar estos usos existen tres fuentes principales: i) las contribuciones del RC; ii) los impuestos generales; iii) y otras rentas territoriales, como las "rentas cedidas"^v y los recursos propios de departamentos y municipios.

La primera de estas fuentes corresponde a los aportes que hacen los beneficiarios del RC, gravados sobre la nómina de los trabajadores e ingresos de los independientes, y a las cuotas moderadoras y los copagos. Estos últimos representan desembolsos de los usuarios realizados al momento de solicitar un servicio y su fin último es racionalizar la utilización del mismo y recaudar más fondos para financiar el sistema. Son equivalentes

^t Cada consejero es elegido por un periodo de dos años. Si al término de este periodo no se inscriben nuevos candidatos o no manifiestan su voluntad de retiro, el Consejero continúa por otro período.

^u Como lo menciona Márquez (2007), desde 1994 el Superintendente Nacional de Salud es invitado permanente. Así mismo, desde 1996 se empieza a convocar también de manera permanente al Viceministro de Salud y a un delegado del Departamento Nacional de Planeación. En 1998 se invita permanentemente un delegado de las Cajas de Compensación Familiar y un representante de las empresas solidarias de salud.

^v Las rentas cedidas son impuestos nacionales con destinación específica a salud que son cedidos en su recaudo y administración en beneficio de los departamentos.

a una porción del servicio prestado, dependiendo del tipo de atención que demande cada persona. Así mismo, son incluidos en esta fuente los pagos adicionales de carácter voluntario que hacen los afiliados y las empresas por la adquisición de servicios del PAC o de medicina prepagada (servicios complementarios al POS-C). Estos pagos van a financiar parte de los gastos operacionales de las EPS y de las entidades de Medicina Prepagada.

Como se mencionó anteriormente, estos fondos son recaudados por las EPS y transferidos al FOSYGA, donde son destinados a sus respectivos usos así: 1,5 puntos porcentuales de los aportes se destinan a la subcuenta de solidaridad del RS, otro porcentaje (definido cada año) se dirige a la cuenta de salud pública (para campañas de educación, prevención y vacunación), y el resto de las cotizaciones se destinan a la cuenta de compensación al RC.

La segunda fuente de financiación proviene de los impuestos generales de la Nación. Uno de los componentes principales de estos recursos proviene del SGP, del cual 23,5% deben ser destinados a salud^w. Los recursos provenientes del SGP son transferidos directamente al RS (en forma de subsidio a la demanda), a las IPS^x y a la Salud Pública^y. El siguiente rubro dentro de esta fuente son los aportes autónomos del Gobierno Nacional. Estos se destinan a aumentar el cubrimiento del RS a través de la cuenta de solidaridad del FOSYGA y a pagar a las IPS por la prestación de servicios a los "vinculados". Así mismo, algunos de estos recursos, son transferidos a la cuenta del ECAT del FOSYGA para fortalecer la red de urgencias de los hospitales públicos (a discreción del Gobierno Nacional). Aunque este es un aporte dirigido directamente a la oferta, el Gobierno Central destina también a la demanda de salud, recursos provenientes del impuesto de remesas a empresas petroleras de las zonas de Cusiana y Cupiagua y algunos rendimientos de las empresas públicas. Del mismo modo, para financiar la Salud Pública, el Ministerio de Protección Social posee rubros de su presupuesto destinados a este tipo de programas.

^w Este porcentaje se encuentra reglamentado en la Ley 715 de 2001.

^x Aunque se entregan a la oferta de salud deben ser asignadas por la demanda que tengas estos como lo estableció la Ley 715 de 2001.

^y Para campañas que abarquen, según la actividad, a toda la población.

La tercera gran fuente de financiación del SGSSS proviene de las otras rentas territoriales destinadas al financiamiento de las IPS públicas (principalmente los hospitales). Uno de sus componentes principales son las rentas cedidas a las entidades territoriales como son los impuestos a la venta de licores, tabaco, loterías y a las utilidades de sorteos y apuestas.

Por otro lado, cabe resaltar que además de las tres principales fuentes de financiación mencionadas (i.e. aportes, impuestos y rentas territoriales), existen otras que se emplean en subsidios a la demanda a través del RS y en atender a víctimas de accidentes de tránsito, eventos catastróficos y atentados terroristas. Para financiar el primero de estos dos usos, existen los recursos que aportan las Cajas de Compensación y los rendimientos de recursos de años anteriores del RS; para el segundo de estos usos, existen los impuestos a los vehículos automotores (i.e. seguro obligatorio) entregados a la subcuenta ECAT del FOSYGA. Adicionalmente, se utilizan para financiar este tipo de situaciones donaciones de personas naturales o personas jurídicas al SGSSS.

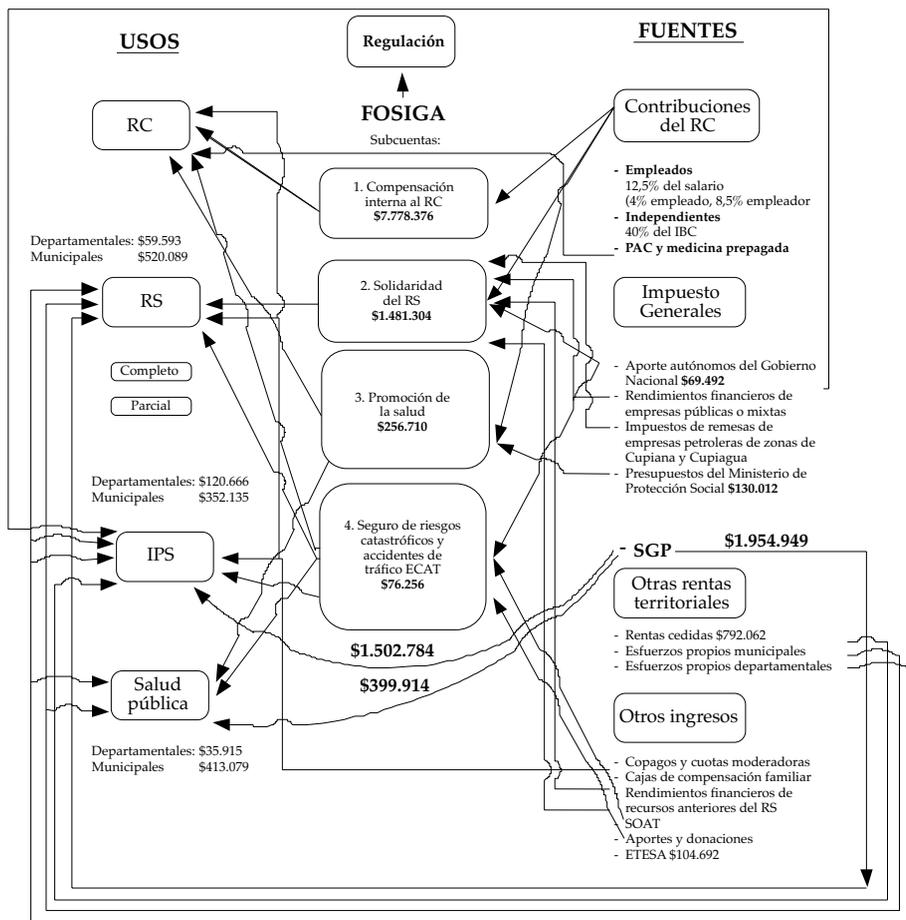
Por otro lado, los entes reguladores del SGSSS, como el CNSSS, se financian con recursos del FOSYGA, incluyendo la remuneración de los comisionados, la secretaría técnica y los costos de los estudios técnicos necesarios. En términos generales, el funcionamiento financiero del sector salud en Colombia, se representa en el Gráfico 18.

En síntesis, el RC se financia directamente con sus aportes, mientras que los afiliados al RS únicamente pagan los copagos y cuotas moderadoras a la hora de recibir el servicio. Sin embargo, el RS cuenta con diferentes fuentes de financiación. En cuanto a las IPS, estas reciben fondos de la Nación, de las entidades territoriales, de las EPS y EPS'S como pago de los servicios prestados a sus beneficiarios y de la cuenta del ECAT del FOSYGA. Para el caso de la Salud Pública, los recursos devienen del RC, del presupuesto del Ministerio de Protección Social, del SGP y de la cuenta del ECAT del FOSYGA. En el Cuadro 23 se muestra tanto la distribución de los recursos por fuentes y usos, como su evolución en el periodo 2002-2006.

3. Fuentes de financiamiento

Dentro de las fuentes del sector salud, específicamente entre aquellas que se destinan a financiar la promoción de la salud, se encuentran algunas

Gráfico 18. Funcionamiento financiero del SGSSS



Fuentes: Barón (2007), Escobar y Panopoulou (2003), Ley 100 de 1993, Ley 1122 de 2007, Ley 715 de 2001, Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Ministerio de Protección Social. Elaboración propia.

posibles cuentas donde se puede incluir la vacuna contra el Neumococo. Partiendo de dos posibles escenarios para la implementación del programa de vacunación, se establece que el valor total del programa es de \$200.000 millones de pesos anuales. El primer escenario es cuando se alcanza un cubrimiento del 95% de la total de los neonatos en cada año. El siguiente escenario es alcanzando únicamente un cubrimiento del 45% de los menores nacidos cada año. Este porcentaje se construye a partir del supuesto

Cuadro 23. Financiamiento del sector salud: fuentes y usos

Concepto	2002	2003	2004	2005	2006
1. Regimen subsidiado	2.109.755	2.512.312	2.808.917	3.186.293	4.015.935
1.1 Sistema general de participaciones	1.317.319	1.465.941	1.622.705	1.778.837	1.954.949
1.2 FOSYGA - solidaridad (solidaridad y PGN)	757,678	980,811	980,811	1.203.754	1.481.304
1.3 Esfuerzo propio municipal***	34,759	65,56	178,362	172,328	520,089
1.4 Esfuerzo propio departamental sin rentas cedidas***	-	-	27,039	31,374	59,593
2. Salud publica	536,68	793,899	822,528	902,941	1.253.629
2.1 Sistema general de participaciones	317,317	339,498	361,531	381,416	399,914
2.2 FOSYGA subcuenta promoción	131,395	227,043	234,069	240,37	256,71
2.3 Presupuesto general de la nación	54,01	71,475	95,129	107,592	130,012
2.4 Esfuerzo propio municipal***	33,958	152,875	118,608	128,147	431,079
2.5 Esfuerzo propio departamental sin rentas cedidas***	-	3,009	13,191	45,416	35,914
3. Prestación de servicios a la población no afiliada	1.372.693	1.383.108	1.711.771	1.953.256	2.044.078
3.1 Sistema general de participaciones	1.192.428	1.275.779	1.358.577	1.433.299	1.502.785
3.2 Programa de modernización de red públicas (PGN)	51,7	42,585	78,832	70	69,492
3.3 Esfuerzo propio municipal***	128,565	62,072	185,138	345,899	351,135
3.4 Esfuerzo propio departamental sin rentas cedidas***	-	2,671	89,224	104,059	120,666
4. Otras	2.112.947	6.745.348	7.459.029	7.708.113	8.790.652
4.1 FOSYGA compensación	1.184.816	5.851.142	6.305.032	6.717.353	7.778.376
4.2 FOSYGA ECAT	206,588	108,937	311,395	97,611	76,256
4.3 ETESA	-	57,568	74,146	99,897	104,692
4.4 Rentas cedidas	721,544	695,449	723,239	755,784	792,062
4.5 Esfuerzo propio departamental sin rentas cedidas	-	32,252	45,217	37,468	39,266
Total	6.132.077	11.434.667	12.802.245	13.750.604	16.104.293

Nota: cifras en miles de millones de pesos colombianos. *** Los valores de esfuerzo propio municipal y departamental incluyen los ingresos corrientes de libre destinación, recursos de crédito, regalías directas y propósito general.

Fuente: DNP.

de que únicamente se cubre con el programa a los menores pobres, que para el caso de Colombia es de cerca al 50%. Si el cubrimiento es del 95% para este grupo, se alcanza la proporción planteada anteriormente. Para cualquiera de los dos casos, a los menores se les aplican tres dosis. El valor de cada una oscila entre \$60.000 y \$140.000 pesos. Ambos escenarios se presentan en el Cuadro 24.

Por lo tanto, si se toma el precio intermedio \$100.000 y un cubrimiento que esté entre los dos escenarios, se parte del valor del programa utilizado. A continuación se presentan una por una las alternativas de financiamiento.

3.1. Presupuesto de Inversión del Ministerio de Protección Social

Cada año, cuando se determina el Presupuesto General de la Nación (PGN) para el año siguiente, se asigna el monto de recursos con los que cuenta cada Ministerio, para su funcionamiento y para inversión. En la construcción del

Cuadro 24. Valor del programa

Precio por dosis	3 dosis por niño	
	95% de cobertura*	45% de cobertura*
60.000	163.982	77.676
80.000	215.408	102.035
100.000	266.834	126.395
120.000	318.216	150.755
140.000	369.686	175.114

* Millones de pesos

Fuente: cálculos propios.

PGN, las instancias más importantes, que están a cargo de esta tarea, son el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Ministerio de Hacienda (MH). Cuando ya está definida la propuesta, la pasan al el Congreso de la República donde el 20 de julio de cada año se establece el presupuesto para el año siguiente. Este está sujeto a algunas modificaciones durante el segundo semestre del año, pero no en montos sino en asignación. Dentro del monto asignado al Ministerio de Protección Social, en lo que corresponde a inversión, se pueden obtener recursos de dos maneras: i) haciendo una recomposición de los fondos; ii) aumentando el presupuesto. La primera alternativa consistiría en reasignar algunos recursos destinados a ciertas inversiones para destinarlos a la prevención en salud. Específicamente, para este caso al programa de vacunación contra el Neumococo. Por ejemplo, de aquellos rubros que disponen de mayores recursos se puede tomar el 10% de estos.

Las secciones más representativas en el presupuesto para inversión del Ministerio de Protección Social dentro del PGN para el 2008 son: i) servicios integrales de salud; ii) subsidios directos; iii) prevención en salud; iv) investigación básica, aplicada y estudios; y v) servicios especializados de salud. Si se realiza esta transferencia de recursos, se alcanza a financiar gran parte del programa, como se observa en el Cuadro 25.

La segunda alternativa es aumentar el presupuesto que recibe el Ministerio de Protección Social cada año, pero esto a diferencia de la medida anterior implica mayores procedimientos. Sin embargo, no cabe descartar la posibilidad.

Cuadro 25. Financiación a partir de presupuesto de inversión del Ministerio de Protección Social

	Actual (2008)	Propuesta	Liberación de recursos (10% del actual)
Servicios integrales de salud	902.593.000.000	812.333.700.000	90.259.300.000
Subsidios directos	682.015.607.157	613.814.046.441	68.201.560.716
Prevención en salud (MPS)	150.000.000.000	135.000.000.000	15.000.000.000
Investigación básica, aplicada y estudios	16.417.000.000	14.775.300.000	1.641.700.000
Servicios especializados de salud	14.117.000.000	12.705.300.000	1.411.700.000
Vacuna Pneumocócica	200.000.000.000		176.514.260.716

Fuente: PGN 2008, Gasto en Salud, Sección 3601.

3.2. Asignar un porcentaje de la UPC

La siguiente alternativa de financiamiento es asignar un porcentaje, máximo del 1% del valor de la UPC, a la vacunación de los menores. Este porcentaje no debe ser superior a este porque puede llegar a descompensar el contenido de la UPC. Su valor para cada año lo definen los miembros del CNSSS. Teniendo en cuenta la cantidad de afiliados para el año 2006 en el RS y en el RC, y el valor de la UPC-C y la UPC-S para ese mismo año, se podrían recaudar \$96.968.966.400 de pesos para este fin (ver Cuadro 26).

3.3. Recursos propios de departamentos y municipios

Cada municipio y departamento tiene a cargo el recaudo y administración de ciertos impuestos. Estos pueden ser utilizados para financiar la vacuna contra el neumococo. Algunos de estos son las "rentas cedidas"²³, que para el 2006 representaron \$792.062 millones (DNP), y los impuestos a que corresponde los impuestos a la venta de licores, tabaco, loterías y a las utilidades de sorteos y apuestas. En el 2006, la totalidad de recursos de esfuerzos departamentales sin rentas cedidas fueron de \$39.266 millones y los municipales fueron de \$1.302.303 millones (DNP). Dentro de estos están

²³ Las rentas cedidas son impuestos nacionales con destinación específica a salud que son en su recaudo y administración en beneficio de los departamentos.

Cuadro 26. Financiamiento con la UPC

	Afiliados (número de personas)	UPC 2006 anuales	Total	1% del total de UPC
RS	17.700.000	215.712	3.818.102.400.000	38.181.024.000
RC	15.200.000	386.881,20	5.880.594.240.000	58.805.942.400
Total	32.900.000	602.593	9.698.696.640.000	96.986.966.400

Fuente: Acuerdos del CNSSS, GES (2007).

comprendidos los impuestos antes mencionados. Específicamente para salud pública, los municipios aportaron por esfuerzos propios \$431.079 millones y los departamentos \$35.914 millones. Esto equivale a \$466.993 millones de los cuales se puede destinar un porcentaje determinado específicamente para la vacunación contra el neumococo. Luego las dos alternativas son aumentar la tasa impositiva a los bienes en cuestión y redireccionar la asignación de estos recursos. Esta función está a cargo de las gobernaciones y alcaldías correspondientes.

3.4. SGP

Actualmente, se asigna el 23,5% del total de recursos del SGP a salud (Ley 715 de 2001). Para el año 2006 esto representó un total de \$5.360.433 millones. Para salud pública se destinaron \$399.914 millones. La alternativa con estos recursos es reasignar parte de estos y cubrir el programa.

3.5. Rendimientos financieros de fondos del FOSYGA

Hacer uso de los rendimientos financieros de los fondos que ha generado el FOSYGA a partir de recursos de años anteriores. Este rubro está a cargo del CNSSS, quien determina el manejo de los recursos del FOSYGA como entidad de regulación.

3.6. Recomposición del PAI

Esta alternativa implica incluir la vacuna dentro del programa, sin modificar el presupuesto disponible, renegociando el precio al que se pagan

las vacunas actuales o buscando alternativas más baratas para lo que se da en el programa actual. Este programa está a cargo del Ministerio de la Protección Social, en la Dirección de salud.

3.7. Cuotas moderadoras y copagos

Los recursos que generan las cuotas moderadoras y los copagos actualmente se destinan a financiar las EPS, las ARS (EPS's) y las IPS. Parte de estos recursos se pueden transferir a financiar la salud pública, y en este caso el programa.

3.8. Cajas de compensación

Se puede asignar a estas entidades que incluyan en los servicios que prestan a sus afiliados la vacunación de los menores contra el neumococo.

3.9. Aportes voluntarios del sector privado

Cualquier agente privado puede tomar la iniciativa de hacer donaciones para programas de salud. El gobierno podría incentivar los aportes del sector privado con políticas de incentivos especiales. (e.g. Reducción de impuestos) .

Algunas limitaciones de este estudio

El análisis de costo efectividad y costo beneficio no captura todos los beneficios económicos de la vacunación. En este sentido el análisis presentado en este estudio se estima los efectos adicionales que pueda tener la vacunación. Bloom *et al.*⁷⁰ muestra 4 canales sobre los cuales se puede contabilizar un efecto mayor al del análisis expuesto.

El primero es el impacto que tiene la salud en la educación. Los niños sanos son más aptos para ir al colegio y para aprender efectivamente. Algunos estudios muestran que intervenciones para disminuir ciertos parásitos en los intestinos de los niños y la implementación de suplementos de hierro reduce el abstencionismo en los colegios. Por ejemplo, Nokes *et al.* muestran que la curación de la tricocefalosis (una enfermedad intestinal) mejora el resultado de los exámenes en los niños.

El segundo canal es el efecto que tiene la salud sobre la productividad. Las personas en sus actividades laborales son más productivas si viven en comunidades sanas, ya que no necesitan tomar tiempo tanto tiempo en el cuidado de las enfermedades propias y de los miembros de su familia. Por ejemplo, Bloom *et al.*⁷¹ calcularon que un aumento de 1 año en la expectativa de vida aumenta la productividad laboral en 4%.

El tercer canal es el efecto que tiene la salud en el bienestar a través de sus efectos en la inversión y el ahorro. Las personas más sanas esperan vivir más años que las personas menos sanas, lo cual genera un incentivo en estas a ahorrar para su jubilación. En este sentido, los trabajadores y los empresarios disponen de un capital más grande para invertir, lo que genera creación de empleo y mejores ingresos. Bloom *et al.*⁷¹, por ejemplo argumentan que el boom del ahorro en los Tigres Asiáticos en el último cuarto del siglo xx fue altamente influenciado por el aumento en la expectativa de vida de sus países.

El cuarto canal es el efecto de una buena salud sobre lo que se llama el dividendo demográfico. La disminución de las tasas de mortalidad disminuye las tasas de fertilidad: los padres se vuelven concientes que necesitan menos niños para lograr el tamaño de la familia ideal. Esta toma de

conciencia, mejora la forma en la que los padres dedican sus recursos a la educación y nutrición de sus hijos, lo que a su vez, mejora la perspectiva de cada niño. Al crecer cada niño, y si se suma el supuesto de que este encuentra un ambiente político favorable para la creación de empleo, genera un empuje a la economía al aumentar la relación que hay entre el número de trabajadores por dependiente. Bloom & Williamson⁷¹ muestran que el milagro asiático se explica en parte por la transición demográfica ocurrida en estos países. La disminución de las tasas de mortalidad en los países del este asiático entre 1965 y 1990 resultó en que las tasas de crecimiento de la población en edad de trabajar fueran más altas que las tasas de la población dependiente, lo que aumentó la capacidad productiva por cápita.

Para contabilizar estos efectos, Bloom *et al.*⁷⁰ miran el efecto que tendría la implementación del programa GAVI de vacunación en la productividad de los trabajadores. Este programa consiste en ampliar el uso de algunas vacunas y ayudar financieramente la introducción de nuevas vacunas contra las enfermedades causadas por el neumococo y el rotavirus, entre otras. Este programa está siendo implementado en 75 países de ingresos bajos desde 2005 con una duración de 15 años.

Se estima que este programa va a reducir la tasa de mortalidad en 4 niños por cada mil, en 2005, y en 12 niños por cada mil, en 2020, una vez el programa se haya extendido. Esta reducción en mortalidad se traduce en aumentos en la expectativa de vida. Varios estudios han encontrado una relación positiva entre la salud de los individuos y el nivel de ingresos (ver Wehil 2005). Al calcular la tasa de retorno, medida como aquella tasa que iguala el valor presente del flujo de los ingresos de la población vacunada (en las nuevas condiciones de salud) con los costos del programa, los autores encuentran que la tasa de retorno es de 12,4 % al principio del programa y aumenta hasta 18 % al final del programa a medida que los costos de vacunación disminuyen.

Lo que llama la atención de este resultado es que la tasa de retorno de este programa de vacunación es muy similar a la tasa que genera la educación. Por ejemplo, Psacharopoulos & Patrinos en estudio realizado para 98 países de 1960 a 1997 encuentran que los retornos a la primaria, secundaria y educación superior son 19%, 13% y 11% respectivamente.

Los efectos adicionales que se han esbozado en los párrafos anteriores sin duda aumentarían la efectividad de cualquier vacuna. Esta discusión debe estar presente, además del análisis desarrollado en el presente estudio, en las discusiones de política pública que tengan que ver con el tema.

CAPÍTULO SIETE

Conclusiones

La introducción universal de la vacuna resulta ser altamente costo efectiva en Colombia, de acuerdo a los estándares establecidos por la OMS. La introducción de esta vacuna va en línea con las metas que se ha trazado el gobierno para cumplir los Objetivos del Milenio relacionados con la reducción de la mortalidad infantil. En el periodo de tiempo analizado, la implementación de la vacuna evitaría 4.116 muertes, la mayoría de estas ocasionadas por neumonía. Esta reducción en el número de muertes ayudaría a bajar en la tasa de mortalidad de los niños menores a 5 y 1 año en una muerte por cada mil niños en el año 2015 frente a la tendencia que tendría cada una de estas tasas en ausencias de este programa.

Los resultados del análisis costo efectividad resultan conservadores no solo por los efectos positivos no contabilizados que genera la implementación de la vacuna en la productividad y en el ahorro e inversión de los países, sino también porque el efecto rebaño modelado no consideró los costos de la mortalidad en la población adulta ocasionado por la neumonía. Aún con estas limitaciones la vacuna resulta ser altamente costo efectiva.

En términos del análisis costo beneficio, se encontró que una vez se introducen los costos de la mortalidad medidos como el flujo de ingreso perdidos, los beneficios de la vacuna, es decir, los costos evitados en cada una de las enfermedades, superan a los costos de vacunación si el precio por dosis es inferior a 58.195 pesos.

Un aspecto importante que no fue considerado en este estudio es la posibilidad de focalizar la vacuna a la población más vulnerable. Sin duda, esta población, con tasas de más altas de incidencia, harían mucho más costo efectiva la introducción de la vacuna. Sin embargo, es importante tener presente que el máximo efecto de la vacuna se tiene con la vacunación universal. De esta manera, la focalización de la vacuna hacia la población más vulnerable debe ser solo un paso hacia la cobertura universal.

Por otro lado, existen otros aspectos que podrían estar sobrestimando el costo efectividad de la vacuna. Por ejemplo, no se consideró el aumento de los serotipos no cubiertos por la vacuna como consecuencia de la eli-

minación de los serotipos cubiertos por la vacuna. Aunque, como se ha demostrado en Estados Unidos este efecto es mínimo, frente a las muertes evitadas por los serotipos propios de la vacuna. Adicionalmente, la mayoría de las muertes por neumonía para los niños menores de 1 año ocurren en su mayoría en los niños menores a 3 meses, quienes son aún muy jóvenes para recibir la vacuna.

BIBLIOGRAFÍA

- ¹ Organización Panamericana de la Salud (2006). Boletín de Inmunización. Volumen xxviii. Número 3, junio de 2006.
- ² Departamento Nacional de Planeación (2005). "2019: Visión Colombia II Centenario". Editorial Planeta Colombiana S.A.
- ³ Millán, N. (2006). "¿Quiénes son los pobres?" Presentación en el Lanzamiento nacional de la Estrategia para la reducción de la pobreza y la desigualdad. Octubre 17, 2006.
- ⁴ Musher, D. (2006). "Pneumococcal Vaccine - Direct and Indirect ("Herd") Effects". *New England Journal*.
- ⁵ Vespa, *et al.* (2007). "Introduction of Pneumococcal Conjugate Vaccination to the Routine Nacional Immunization Program (NIP)- Evaluating the Economic Impact of Pneumococcal Disease and the Cost-Effectiveness of Pneumococcal Conjugate Vaccination in Brazil". September, 2007.
- ⁶ Constela D, Gómez E, Pío de la Hoz F, O'Loughin R, Sinha A, Valencia J, Valenzuela M. The Burden of Pneumococcal Disease and the Cost Effectivness of a Pneumococcal Vaccine in Latin America and the Caribbean. Executive Summmary.
- ⁷ O'Neill P. Acute otitis media. *BMJ*. 1999 Sep 25;319(7213):833-5.
- ⁸ Arevalo-Silva CA, Villasenor-Sierra A, Kuri Morales P, Tapia-Conyer R, Santos PreciadoJI. Acute otitis media in Mexico: Cases reported from 1995-1998. *Gaceta Medica de Mexico* 1999; 135(5):541-543.
- ⁹ Saes S de O, Goldberg TB, Montovani JC. [Secretion of middle ear in infants - occurrence, recurrence and related factors]. (*Jornal de Pediatria* 2005; 81(2):133-8).
- ¹⁰ Saes S de O, Goldberg TB, Montovani JC. [Secretion of middle ear in infants - occurrence, recurrence and related factors]. (*Jornal de Pediatria* 2005; 81(2):133-8).
- ¹¹ Teele DW, Klein JO, Rosner BA. Epidemiology of otitis media in children. *Ann Otol Rhinol Laryngol Suppl*. 1980 May-Jun;89(3 Pt 2):5-6.
- ¹² Teele DW, Klein JO, Rosner B. Epidemiology of otitis media during the first seven years of life in children in greater Boston: a prospective, cohort study. *J Infect Dis*. 1989 Jul;160(1):83-94.
- ¹³ Fireman B, Black SB, Shinefield HR, Lee J, Lewis E, Ray P. Impact of the pneumococcal conjugate vaccine on otitis media. *Pediatr Infect Dis J*. 2003 Jan;22(1):10-6.
- ¹⁴ Alho OP, Koivu M, Sorri M, Rantakallio P. The occurrence of acute otitis media in infants. A life-table analysis. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol*. 1991 Feb;21(1):7-14.
- ¹⁵ Sipilä M, Pukander J, Karma P. Incidence of acute otitis media up to the age of 1 1/2 years in urban infants. *Acta Otolaryngol*. 1987 Jul-Aug;104(1-2):138-45
- ¹⁶ Homøe P, Christensen RB, Bretlau P..Acute otitis media and age at onset among children in Greenland. *Acta Otolaryngol*. 1999 Jan;119(1):65-71
- ¹⁷ Stangerup SE, Tos M. Epidemiology of acute suppurative otitis media. *Am J Otolaryngol*. 1986 Jan-Feb;7(1):47-54.
- ¹⁸ Stangerup SE, Tos M. Epidemiology of acute suppurative otitis media. *Am J Otolaryngol*. 1986 Jan-Feb;7(1):47-54.

- 19 Pineda Solas V. Aspectos clinicoepidemiológicos de la neumonía neumocócica. Diagnóstico diferencial. *An Pediatr (Barc)* 2003; Monog.1(2): 14-17.
- 20 Wubbell L. Etiology and treatment of community-acquired pneumonia in ambulatory children. *Pediatr Infect Dis J* 1999;18:98-104.
- 21 Heiskanen-Kosma T. Etiology of childhood pneumonia: serologic results of a prospective, population-based study. *Pediatr Infect Dis J* 1998;17:986-91.
- 22 Juven T. Etiology of community-acquired pneumonia in 254 hospitalized children. *Pediatr Infect Dis J* 2000;19:293-8.
- 23 Facanha MC, Pinheiro AC. Distribution of acute respiratory diseases in Brazil from 1996 to 2001, Brazil. *Revista de Saude Publica* 2004;38(3):346-350.
- 24 Barreto ML, Santos LM, Assis AM, Araujo MP, Farenzena GG, Santos PA, *et al.* Effect of vitamin A supplementation on diarrhoea and acute lower-respiratory-tract infections in young children in Brazil. *Lancet* 1994;344(8917):228-31.
- 25 Lagos R, Munoz A, Valenzuela MT, Heitmann I, Levine MM. Population-based surveillance for hospitalized and ambulatory pediatric invasive pneumococcal disease in Santiago, Chile. *Pediatric Infectious Disease Journal* 2002;21(12):1115-1123.
- 26 Levine MM, Lagos R, Levine OS, Heitmann I, Enriquez N, Pinto ME, *et al.* Epidemiology of invasive pneumococcal infections in infants and young children in Metropolitan Santiago, Chile, a newly industrializing country. *Pediatric Infectious Disease Journal* 1998;17(4):287-293.
- 27 Tregnaghi M, Ceballos A, Rüttimann R, Ussher J, Tregnaghi P, Peeters P, Hausdorff WP. Active epidemiologic surveillance of pneumonia and invasive pneumococcal disease in ambulatory and hospitalized infants in Cordoba, Argentina. *Pediatr Infect Dis J.* 2006 Apr;25(4):370-2.
- 28 Hortal M, Estevan M, Iraola I, De Mucio B. A population-based assessment of the disease burden of consolidated pneumonia in hospitalized children under five years of age. *Int J Infect Dis* 2006.
- 29 Nascimento-Carvalho CM, Rocha H, Santos-Jesus R, Benguigui Y. Childhood pneumonia: clinical aspects associated with hospitalization or death. *Braz J Infect Dis* 2002;6(1):22-8
- 30 Asturias EJ, Soto M, Menendez R, Ramirez PL, Recinos F, Gordillo R, *et al.* Meningitis and pneumonia in Guatemalan children: the importance of Haemophilus influenzae type b and Streptococcus pneumoniae. *Rev Panam Salud Publica* 2003;14(6):377-84.
- 31 Asturias EJ, Soto M, Menendez R, Ramirez PL, Recinos F, Gordillo R, *et al.* Meningitis and pneumonia in Guatemalan children: the importance of Haemophilus influenzae type b and Streptococcus pneumoniae. *Rev Panam Salud Publica* 2003;14(6):377-84.
- 32 Hortal M, Suarez A, Deleon C, Estevan M, Mogdasy MC, Russi JC, *et al.* Etiology and severity of community acquired pneumonia in children from Uruguay: a 4-year study. *Rev Inst Med Trop Sao Paulo* 1994;36(3):255-64.
- 33 Hortal M, Ruvinsky R, Rossi A, Agudelo CI, Castaneda E, Brandileone C, *et al.* [Impact of Streptococcus pneumoniae on pneumonia in Latin American children. SIREVA-Vigia Group]. *Rev Panam Salud Publica* 2000;8(3):185-95

- ³⁴ Pastor P, Medley F, Murphy TV. Invasive pneumococcal disease in Dallas County, Texas: results from population-based surveillance in 1995. *Clin Infect Dis*. 1998 Mar;26(3):590-5
- ³⁵ Zangwill KM, Vadheim CM, Vannier AM, Hemenway LS, Greenberg DP, Ward JI. Epidemiology of invasive pneumococcal disease in southern California: implications for the design and conduct of a pneumococcal conjugate vaccine efficacy trial. *J Infect Dis*. 1996 Oct;174(4):752-9
- ³⁶ Advisory Committee on Immunization Practices. Preventing pneumococcal disease among infants and young children. Recommendations of the Advisory Committee on Immunization Practices (ACIP). *MMWR Recomm Rep*. 2000 Oct 6;49(RR-9):1-35
- ³⁷ Claes C, Graf von der Schulenburg JM. Cost Effectiveness of Pneumococcal Vaccination for Infants and Children with the Conjugate Vaccine PnC-7 in Germany. *Pharmacoeconomics* 2003; 21 (8): 587-600.
- ³⁸ <http://www.aeped.es/protocolos/infectologia/>
- ³⁹ Simoes LLP, Andrade ALSS, Laval CA, Oliveira RM, Silva SA, Martelli CMT, et al. Impact of Haemophilus influenzae b (Hib) vaccination on meningitis in Central Brazil. *Revista de Saude Publica* 2004;38(5):664-670
- ⁴⁰ Diaz A, Alvarez M, Callejas C, Rosso R, Schnettler K, Saldias F. [Clinical picture and prognostic factors for severe community-acquired pneumonia in adults admitted to the intensive care unit]. *Arch Bronconeumol* 2005;41(1):20-6.
- ⁴¹ Gomez E, Peguero M, Sanchez J, Castellanos PL, Feris J, Pena C, et al. Population-based surveillance for bacterial meningitis in the Dominican Republic: Implications for control by vaccination. *Epidemiology and Infection* 2000;125(3):549-554.
- ⁴² Berezin EN, Carvalho ES, Casagrande S, Brandileone MC, Mimica IM, Farhat CK. Streptococcus pneumoniae penicillin-nonsusceptible strains in invasive infections in Sao Paulo, Brazil. *Pediatric Infectious Disease Journal* 1996;15(11):1051-1053
- ⁴³ Moraes JCd, Guedes JdS. Epidemiologia da meningite por Streptococcus pneumoniae em área metropolitana, Brasil, 1960-1977. *Rev. saúde pública* 1990;24(5):348-60.
- ⁴⁴ Camou T, Palacio R, Di Fabio JL, Hortal M. Invasive pneumococcal diseases in Uruguayan children: comparison between serotype distribution and conjugate vaccine formulations. *Vaccine* 2003;21(17-18):2093-6.
- ⁴⁵ Reis JN, Cordeiro SM, Coppola SJ, Salgado K, Carvalho MGS, Teixeira LM, et al. Population-based survey of antimicrobial susceptibility and serotype distribution of Streptococcus pneumoniae from meningitis patients in Salvador, Brazil. *Journal of Clinical Microbiology* 2002;40(1):275-277
- ⁴⁶ Arditi M, Mason EO, Bradley JS, et al. Three-year multicenter surveillance of pneumococcal meningitis in children: clinical characteristics, and outcome related to penicillin susceptibility and dexamethasone use. *Pediatrics*. 1998;102:1087-1097
- ⁴⁷ Soult Rubio JA, Muñoz Sáez M. [Occult bacteremia, per se, is not a form of invasive disease]. *An Pediatr (Barc)*. 2003 May;58(5):502-3.
- ⁴⁸ American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference Committee. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med* 1992; 20: 864-874.

- ⁴⁹ American College of Chest Physicians/Society of Critical Care Medicine Consensus Conference Committee. Definitions for sepsis and organ failure and guidelines for the use of innovative therapies in sepsis. *Crit Care Med* 1992; 20: 864-874.
- ⁵⁰ Ulloa-Gutierrez R, Avila-Aguero ML, Herrera ML, Herrera JF, Arguedas A. Invasive pneumococcal disease in Costa Rican children: A seven year survey. *Pediatr Infect Dis J*. 2003 Dec;22(12):1069-74.
- ⁵¹ Bakir J, De Gentile AS, López H G, Procopio A, Vázquez M. Perfil epidemiológico de las infecciones invasivas por streptococcus pneumoniae. *Rev. chil. pediatr* 2003;74(1):105-113.
- ⁵² Hortal Palma MH, Camou T, Palacio Patiño MdR, Pérez Giffoni G, Di Fabio JL. Vigilancia de las neumococcias del niño hospitalizado: su prevención específica (1994-2000). *Rev. méd. Urug* 2002;18(1):66-75.
- ⁵³ Williams KP, Monteil MA. A retrospective analysis of invasive streptococcus pneumonia infections in Trinidad. *West Indian Med J* 2000; 49:61-4.
- ⁵⁴ McGregor D, Barton M, Thomas S, Chistie CD. Invasive pneumococcal disease in Jamaican Children. *Annals of tropical paediatrics* 2004;24:33-40.
- ⁵⁵ Black S, Shinefield H, Fireman B, Lewis E, Ray P, Hansen JR, et al. Efficacy, safety and immunogenicity of heptavalent pneumococcal conjugate vaccine in children. Northern California Kaiser Permanente Vaccine Study Center Group. *Pediatr Infect Dis J* 2000;19:187-95.
- ⁵⁶ Eskola J, Kilpi T, Palmu A, et al. Efficacy of a pneumococcal conjugate vaccine against acute otitis media. *N Engl J Med* 2001;344:403-9.
- ⁵⁷ Drummond, Michael F, Bernie O'Brien, Greg L. Stoddart, George W. Torrance. *Methods for the Economic Evaluation of Health Care Programmes*, Second Edition. Oxford: Oxford U Press, 1997
- ⁵⁸ Sachs, J. *Macroeconomics and Health: Investing in Health for Economic Development*. 2001. WHO.
- ⁵⁹ Beutels N, Thiry N, Van Damme- Convincing or confusing? Economics Evaluations of childhood pneumococcal conjugate vaccination – a review (2002 – 2006). *Vaccine* 2007; 25(1355-1367)
- ⁶⁰ McIntosh ED, Conway P, Willingham J, Hollingsworth R, Lloyd A. Pneumococcal pneumonia in the UK—how herd immunity affects the cost-effectiveness of 7-valent pneumococcal conjugate vaccine (PCV). *Vaccine* 2005;23(14):1739-45.
- ⁶¹ Lieu T, Ray GT, Black S, Shinefield H, Butler J, Miller M. Costeffectiveness of pneumococcal vaccine. *JAMA* 2000;284(4):440-1.
- ⁶² Navas E, Salleras L, Gisbert R, Dominguez A, Timoner E, Ibanez D, et al. Cost-benefit and cost-effectiveness of the incorporation of the pneumococcal 7-valent conjugated vaccine in the routine vaccination schedule of Catalonia (Spain). *Vaccine* 2005;23(17-18):2342-8.
- ⁶³ Ess. SM, Schaad UB, Gervais A, Pinösch S, Szucs TD. Cost-effectiveness of a pneumococcal conjugate immunization program for infants in Switzerland. *Vaccine*. 2003 Jul 4; 21(23):3273-81.
- ⁶⁴ Wisløff T, Abrahamsen TG, Bergsaker MA, Løvoll Ø, Møller P, Pedersen MK, Kristiansen IS. Cost effectiveness of adding 7-valent pneumococcal conjugate (PCV-7) vaccine to the Norwegian childhood vaccination program. *Vaccine*. 2006 Jul 17;24(29-30):5690-9.

- ⁶⁵ Bos JM, Rumke H, Welte R, Postma MJ. Epidemiologic impact and cost-effectiveness of universal infant vaccination with a 7-valent conjugated pneumococcal vaccine in the Netherlands. *Clin Ther* 2003;25(10):2614-30.
- ⁶⁶ Butler JR, McIntyre P, MacIntyre CR, Gilmour R, Howarth AL, Sander B. The cost-effectiveness of pneumococcal conjugate vaccination in Australia. *Vaccine* 2004;22(9-10):1138-49
- ⁶⁷ Zhou, F, Kyaw M., Shefer A., Winston C., Nourti Pekka. Health Care Utilization for Pneumonia in Young Children After Routine Pneumococcal Conjugate Vaccine Use in the United States. *Arch Pediatr Adolesc Med / Vol 161 No. 12.*
- ⁶⁸ Hsiao W. Y Heller P. What Should Macroeconomists Know About Health Care Policy? IMF Working Paper 07/01.
- ⁶⁹ Ray T, Wythney C., Fireman B., Ciuryla V y Black S. Cost-Effectiveness of Pneumococcal Conjugate Vaccine. Evidence From the First 5 Years of Use in the Unites States Incorporating Herd Effects.
- ⁷⁰ Bloom D., Cannig David & Weston Mark. The Value of Vaccination. *World Economics*, Vol. 6. No. 3. 2005
- ⁷¹ Bloom D. y Williamson J. Demographic Transitions and Economics Miracles in Emergin Asia. NBER Working paper 6268.
- ⁷² Marchetti M, Colombo GL. Cost-effectiveness of universal pneumococcal vaccination for infants in Italy. *Vaccine* 2005;23(37):4565-76.
- ⁷³ Asensi F, De Jose M, Lorente M, Moraga F, Ciuryla V, Arikian S, Casciano R, Vento M. A pharmaco-economic evaluation of seven-valent pneumococcal conjugate vaccine in Spain. *Value Health*. 2004 Jan-Feb; 7(1):36-51
- ⁷⁴ Melegaro A, Edmunds WJ. Cost-effectiveness analysis of pneumococcal conjugate vaccination in England and Wales. *Vaccine* 2004;22(31-32):4203-14.
- ⁷⁵ Ruedin HJ, Ess S, Zimmermann HP, Szucs T. Invasive meningococcal and pneumococcal disease in Switzerland: cost-utility analysis of different vaccine strategies. *Vaccine* 2003;21(27-30):4145-52.
- ⁷⁶ Lebel MH, Kellner JD, Ford-Jones EL, Hvidsten K, Wang EC, Ciuryla V, et al. A pharmaco-economic evaluation of 7-valent pneumococcal conjugate vaccine in Canada. *Clin Infect Dis* 2003;36(3):259-68.
- ⁷⁷ DeWals P, Petit G, Erickson LJ, Guay M, Tam T, Law B, et al. Benefits and costs of immunization of children with pneumococcal conjugate vaccine in Canada. *Vaccine* 2003;21(25-26):3757-64.
- ⁷⁸ Moore D, Bigham M, Patrick D. Modelling the costs and effects of a universal infant immunization program using conjugated pneumococcal vaccine in British Columbia. *Can Commun Dis Rep* 2003;29(11):97-104. Ess. SM, Schaad UB, Gervais A, Pinösch S, Szucs TD. Cost-effectiveness of a pneumococcal conjugate immunization program for infants in Switzerland. *Vaccine*. 2003 Jul 4; 21(23):3273-81.
- ⁷⁹ Lionel A. Mandell, Richard G. Wunderink, Antonio Anzueto, John G. Bartlett, G. Douglas Campbell, Nathan C. Dean, Scott F. Dowell, Thomas M. File, Jr., Daniel M. Musher, Michael S. Niederman, Antonio Torres, and Cynthia G. Whitney. 2007. "Infectious Diseases Society of America". American Thoracic Society Consensus Guidelines on the Management of Community-Acquired Pneumonia". Infectious Diseases Society of America.

ANEXOS

Anexo 1. Monitor de costos

Unidad de investigación clínica y farmacológica

Item de evaluación	Proyección
Hospitales de monitoreo	Hospital Simon Bolivar de Bogotá, Hospital Bosa II Nivel Bogota. Hospitales de la Red Pública de la Secretaría Distrital de Salud.
Tiempo de evaluación	Primeros tres trimestres de 2007
Metodología	Selección de muestras (muestreo por cuotas) de Historias con Diagnósticos presuntivos por RIPS y apoyo de Profesional de Pediatría.
Estadística	Promedio de valor
Tarifas	SOAT ajustada 2007
Comparativo	Año 2006. Vigencia fiscal Empresas Sociales del estado
Investigadores monitoreo	Clara Tarazona, Carlos Manrique, Juan Carlos García
Autorizaciones	Consentimiento unistitucional firmado

Anexo 2. Diagnóstico meningitis

		Meningitis no complicada	Valor	Valor total	Meningitis complicada	Valor total
1. Tratamiento en el hospital y 2. tratamientos ambulatorios						
Tipo de confirmación paraclínica	Hemocultivo Si/No Serotificación Si/No Rx Tórax Si/No Clínicos Cultivo Líquidos Estériles Si/No	Si No Si Si (cultivo gram, A/ Biograma, citotóxico) LCR				
Estancia	UCI Piso (aislamiento) Urgencias	10 1	718.607 119.406 43.000	1.194.060 43.000	7 13	5.030.249 1.552.278
Pruebas diagnósticas	Laboratorio	CH, PCR, electrolitos sericos, PO		61.688		96.188
Medicamentos	Radiología Otros (Punción Lumbar) Tac contrastado Resonancia Magnética doble contraste		34.694 26.454 265.556 1.713.180		1 2 1 1	34.694 52.908 265.556 1.713.180
Medicamentos	Antibióticos	Ceftriaxona, Fenobarbital, Diazepam, Hidrocodisona, Dexametasona		620.000		1.200.000
Cirugía						289.120
Interconsulta	(Infectología, Neurología y Neurocirugía)			511.800		1.023.894
Total costos tratamientos en hospital y ambulatorios				2.430.548		11.258.067
3. Costos del accidente	transporte y alimentación		10.000	110.000	10.000	200.000
Total costos directos por caso por año				2.540.548		11.458.067

Anexo 3. Diagnóstico de sepsis

			Valor	Valor total
Estancia	UCI	5	718.607	3.593.035
	Piso (aislamiento)	5	159.449	797.245
	Urgencias	1	43.000	43.000
Pruebas diagnósticas	Laboratorio Hemocultivo y urocultivo ·3			318.629
	Radiología	1	34.694	34.694
Medicamentos	Antibióticos	Amonoglucósido + cefalosporina III generación ceftriaxona por 10 días, corticoides		625.000
Interconsulta	(Infectología, intensivista)			367.174
Total costos tramientos en hospital y ambulatorios				\$ 5.778.777
3. Costos del acudiente	transporte y alimentación		10.000	110.000
Total costos directos por caso por año				5.888.777

Anexo 4. Diagnóstico neumonía

			Neumonía no complicada	Valor	Valor total	Neumonía complicada	Valor total
1. Tratamiento en el hospital y 2. tratamientos ambulatorios							
Tipo de confirmación paraclínica	Rx Tórax Clínicos	Si	Si				
Estancia	UCI	0	0	718.607	-	6	4.311.642
	Piso (aislamiento)	10	10	119.406	1.194.060	4	477.624
	Urgencias	1	1	43.000	43.000	1	43.000
Pruebas diagnósticas	Laboratorio	ch,pcr,hemocultivo, gases arteriales electrolitos, pruebas renales	1	120.875		Gases arteriales 2, electrolitos, pruebas renales	150.435
	Radiología		1	34.694		3	104.082
Medicamentos	Antibióticos (pNC, salbutamol, oxígeno)				105.000	Amonoglucósido + cefalosporina III generación ceftriaxona por 10 días, dopamina	600.000
Terapias	Respiratoria (sesiones)		12	9200	110.400	40	368.000
Interconsulta	(Infectología, Neumología y Cx Pediátrica)				373.390		422.324
Total costos tramientos en hospital y ambulatorios					1.825.850		6.477.107
3. Costos del accidente	transporte y alimentación			10.000	110.000	10.000	110.000
Total costos directos por caso por año					1.935.850		6.587.107

Anexo 5. Diagnóstico de otitis media

		Valor	Valor total
1. Tratamiento en el hospital y 2. tratamiento ambulatorio			
Via de ingreso	Urgencias	90%	
	Consulta externa	8%	
	Remitido por otra Institución	2%	
Medicamentos	Antibióticos(12 días de tto)	Amoxal (2 Frascos)	39.400
	Acetaminofén	1 frasco	3.500
	Antihistamínico	1 frasco	4.500
Total costos directos por caso			47.400
Complicaciones (15% de los casos)			
Pruebas diagnósticas	Perforación Oído (cambio A/B-Clavulanato)	Clavulín	66.000
	Audiometría	17.491	17.491
	Radiología Cavum Faríngeo	36.573	36.573
	Impedanciometría	18.359	18.359
Interconsulta o remisión	Otorrinolaringología	27.610	27.610
Total costos directos complicacion implante			213.433
Cirugía Implante Coclear (5% de los casos)		332.488	332.488
Total costos directos complicacion implante			545.921

El *Streptococcus pneumoniae*(sp), también conocido como neumococo, es una de las principales causas infecciosas de muerte y discapacidad a nivel mundial. De acuerdo a la Organización Mundial de la Salud, la enfermedad neumocócica es responsable de la muerte de casi 1,6 millones de personas anualmente en el mundo. En Colombia, la introducción de la vacuna evitaría 2,25 muertes al día acercando a Colombia a las metas planteadas en los Objetivos del Milenio. Invertir en esta vacuna, de acuerdo a los estándares internacionales, resulta ser una estrategia altamente costo efectiva.