

# PRINCIPALES INDICADORES EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN Y SU CAPACIDAD EN MEDIR EL IMPACTO DE LAS POLÍTICAS PÚBLICAS



## MAIN INDICATORS IN SCIENCE, TECHNOLOGY AND INNOVATION AND THEIR CAPACITY IN MEASURING THE IMPACT OF PUBLIC POLICY

### AUTOR

JUAN MANUEL SÁNCHEZ C.  
Magister en Administración  
\*Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Docente Tiempo Completo  
Facultad de Ingeniería  
jmsanchezc@udistrital.edu.co  
COLOMBIA

### AUTOR

NANCY YANETH GELVEZ G.  
Magister en Ciencias de las Comunicaciones  
\*Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Docente Tiempo Completo  
Facultad de Ingeniería  
nygelvezg@udistrital.edu.co  
COLOMBIA

### AUTOR

JHON FRANCINED HERRERA C.  
Maestría en Ingeniería de sistemas y computación  
\*Universidad Distrital Francisco José de Caldas  
Docente Tiempo Completo  
Facultad de Ingeniería  
jfherrerac@udistrital.edu.co  
COLOMBIA

### \*INSTITUCION

Universidad Distrital "Francisco José de Caldas"  
UDFJC  
Público  
Carrera 7 No. 40B - 53  
rectoria@udistrital.edu.co  
COLOMBIA

**INFORMACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN O DEL PROYECTO:** La investigación se basa en el deseo de las organizaciones, tanto de carácter público como privado, de buscar herramientas de medición para determinar el impacto real de las políticas desarrolladas en tecnología e innovación, y de esta manera optimizar el uso de recursos en esta área y aumentar los beneficios en la comunidad donde se apliquen. Esta investigación es auspiciada por el Centro de Investigación y Desarrollo Científico de la Universidad Distrital.

**RECEPCIÓN:** Diciembre 16 de 2014

**ACEPTACIÓN:** Julio 24 de 2015

**TEMÁTICA:** Gestión de calidad de proyectos y procesos en general

**TIPO DE ARTÍCULO:** Artículo de Investigación e Innovación

**Forma de citar:** Sánchez Céspedes, J. M. (2015) Principales indicadores en ciencia, tecnología e innovación y su capacidad de medir el impacto de las políticas públicas. En R, Llamosa Villalba (Ed.). Revista Gerencia Tecnológica Informática, 14(39), 31-49. ISSN 1657-8236.

**RESUMEN ANALÍTICO**

El presente artículo hace una revisión de los principales indicadores internacionales y nacionales en ciencia, tecnología e innovación desarrollados, vistos desde la perspectiva de la cadena de valor de la política pública y su efectividad para medir el logro de los objetivos planteados en estas políticas. Para ello, primero se realiza una revisión teórica de los indicadores de gestión. Posteriormente se describe la cadena de valor de la política pública y los diferentes tipos de evaluación que se pueden realizar, y a partir de este contexto se inspecciona los indicadores y su capacidad de medir todos los aspectos de la cadena de valor de la política pública. Se analizarán tres fuentes de indicadores de ciencia y tecnología, dos internacionales ampliamente reconocidos como el Manual de Frascati y el Manual de Oslo, y el tercero el de mayor relevancia en el contexto colombiano que es el del Observatorio de Ciencia y Tecnología. Al finalizar el análisis se encontró claramente que la mayoría de los indicadores diseñados para medición de la cadena de valor en el desarrollo de ciencia, tecnología e innovación, se concentran en determinar la cantidad de insumos que se utilizan para este fin; en cambio, para los eslabones de procesos, productos y resultados su desarrollo es muy bajo y nulo con respecto al impacto, debido a la gran dificultad en la medición de este aspecto. Por último, se desarrolla un ejemplo de cómo se puede construir un indicador de impacto.

**PALABRAS CLAVES:** Indicadores, política pública, cadena de valor, insumos, procesos, producto, resultado e impacto.

**ANALYTICAL SUMMARY**

This article reviews the main international and national indicators developed in science, technology and innovation, seen from the perspective of the value chain of public policy and its effectiveness to measure the achievement of the objectives in these policies. For this, firstly a theoretical review of management indicators is performed. Secondly the value chain of public policy and the different types of assessment, which can be performed, are described, and from this contextualization developed indicators are inspected as well as their ability to measure all aspects of the value chain of public policy. The document analyses three sources of indicators of science and technology, two widely recognized at international level, the Frascati Manual and the Oslo Manual, and the most important in the Colombian context, the Manual of the Observatory of Science and Technology. At the end of the analysis we clearly find that most of the indicators designed to measure the value chain in the development of science, technology and innovation focus on determining the amount of inputs used for this purpose, and few indicators evaluate the processes, outputs, outcomes and in particular the impacts due to the great difficulty in measuring these aspects. Finally, an example is developed to show how can be built an impact indicator.

**KEYWORDS:** Indicators, public policy, value chain, input, process, output, outcome and impact.

**INTRODUCCIÓN**

Actualmente existe una gran preocupación por diferentes organismos internacionales y también por gobiernos nacionales y locales en determinar el impacto real de las políticas públicas generadas y sus respectivas inversiones. La razón de esta preocupación radica en que la falta de información en este aspecto, hace que no se tome decisiones políticas acertadas que promuevan el desarrollo social, y también genere grandes inversiones económicas que no produzcan

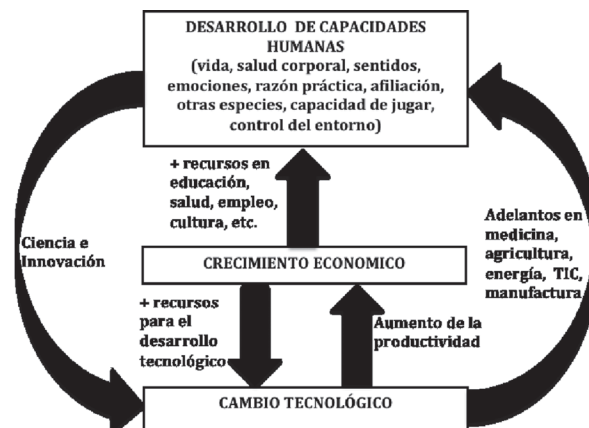
el impacto deseado. En cambio, una adecuada medición del impacto contribuye a la obtención de más información veraz, lo cual traerá como resultado, una mejor toma de decisiones en el desarrollo de nuevas políticas públicas ó corregir el rumbo de las actuales en caso de que sea necesario. Una de las herramientas idóneas y más utilizadas para este propósito ha sido los indicadores de gestión. Por ejemplo, la OCDE ha desarrollado indicadores que buscan medir los resultados que se han presentado en la implementación de políticas públicas, en diferentes áreas como:

agricultura, educación, empleo, salud, productividad, ciencia y tecnología, telecomunicaciones, Internet por nombrar algunas de ellas. [11].

Con respecto a la importancia de la ciencia, tecnología e innovación, se ha establecido claramente la relevancia de estos elementos en el desarrollo social y humano de cualquier nación, como lo enunció el PNUD (Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo) en el 2001, en el cual explicó que el desarrollo tecnológico es promovido claramente por el desarrollo de la ciencia e innovación. Por lo que la generación y aplicación del conocimiento crean nuevas capacidades; así mismo la innovación también crea nuevas capacidades para las empresas, las cuales pueden generar a su vez nuevos desarrollos tecnológicos [23]. Por consiguiente, el desarrollo tecnológico incentiva el aumento de productividad en diferentes aspectos económicos, y esto propensa el crecimiento económico; lo cual también contribuye a un aumento de recursos para el desarrollo en educación, salud, empleo, tecnología entre otros. Adicionalmente, el aumento de recursos en tecnología promueve una transferencia y por ende un cambio tecnológico [3], que de nuevo tiene como consecuencia un aumento en el crecimiento económico. En este ciclo descrito se observa claramente un círculo virtuoso, pero no es el único círculo virtuoso que se manifiesta, existe otro, el cual se presenta en el momento que la ciencia e innovación desarrollan adelantos tecnológicos en áreas como medicina, agricultura, energía y demás áreas; las cuales coadyuvan al mejoramiento y desarrollo de las capacidades humanas, entendiendo el concepto de capacidades humanas como los factores relevantes en el bienestar y calidad de vida de los pueblos[21]. Por esto una expansión de las capacidades humanas debe llevar a una vida más digna y libre [24]. A partir de este concepto la filósofa estadounidense Martha Craven Nussbaum en el 2000, estableció las siguientes capacidades humanas básicas: Vida, salud corporal, sentidos, imaginación y pensamiento, emociones, razón práctica, afiliación, otras especies, capacidad para jugar, control sobre el entorno de cada uno. [15].

El aumento de las capacidades humanas en los individuos de la sociedad contribuye al mejoramiento en el proceso de desarrollo de la ciencia e innovación y por ende de la tecnología, por ser el recurso humano el insumo más importante en el desarrollo de estos aspectos, con lo cual se evidencia claramente el segundo círculo virtuoso. Por estas razones se concluye la importancia y relación de la ciencia, tecnología e innovación en el desarrollo social. Para un mejor entendimiento de los ciclos se gráfica el proceso en la figura 1.[22]

**Figura 1.** Relación entre la tecnología y el desarrollo social.



**Fuente:** Adaptación de autores PNUD, [22]

Por esto, los diferentes países deben fomentar políticas que promuevan el desarrollo de la ciencia, tecnología e innovación. Una forma de ver la intención de los gobiernos nacionales en invertir en este aspecto es medir el gasto que realizan con respecto a su PIB. En la Tabla 1 se observa este indicador agrupado en diferentes regiones del mundo.

**TABLA 1.** Gasto en investigación y desarrollo (% del PIB).

Región	Año	% del PIB
América del Norte	2012	2,683611318
Asia oriental y el Pacífico	2012	2,585495137
Miembros OCDE	2012	2,398293614
Unión Europea	2012	2,059784489
Europa y Asia central	2012	1,951746248
América Latina y el Caribe	2011	0,837575419
Asia meridional	2011	0,756272372

**Fuente:** Banco Mundial [1].

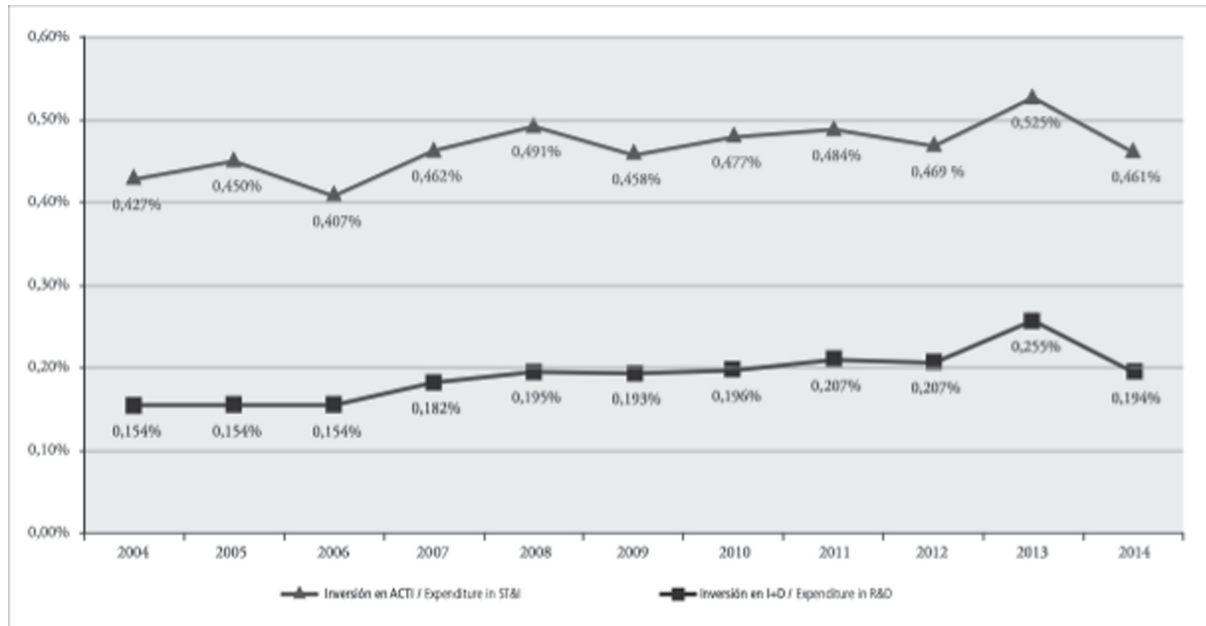
Como se observa la región de América Latina y el Caribe presenta un porcentaje bajo de gasto a comparación de regiones como América del Norte, Asia Oriental o Unión Europea, a partir de estos datos se puede pensar que existe una relación directa de la tecnología y el desarrollo social, en el cual las regiones donde se realiza una mayor inversión en investigación y desarrollo se presenta un mayor desarrollo de las capacidades humanas.

En Colombia el departamento administrativo público encargado de liderar, orientar y coordinar la política pública nacional en estos aspectos es COLCIENCIAS, según lo tiene establecido en su misión "COLCIENCIAS

es la entidad pública que lidera, orienta y coordina la política nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, y el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación para generar e integrar el conocimiento al desarrollo social, económico, cultural y territorial del país"[4]. En la figura 2, se puede observar los datos históricos desde el 2004 al 2014 de la inversión en actividades de ciencia tecnología e innovación, que ha realizado Colombia con respecto al PIB, donde la inversión

corresponde solo del 0,4% al 0,5%, el cual es inferior a lo invertido en América del Norte o Europa, que es superior al 2% de su PIB. Con lo cual se puede concluir una falta de intensión política en inversión de ciencia, tecnología e innovación en Colombia, faltaría determinar el grado de impacto de estas inversiones y de esta forma tener más y mejor información, de tal manera que se logrará tomar mejores decisiones políticas en este aspecto, buscando siempre el bienestar social.

**Figura 2.** Histórico de inversión ACTI como % PIB 2004-2014.



Fuente: OCyT [19]

Como ya se mencionó en Colombia, que al igual que muchos países del mundo, tienen departamentos administrativos públicos en estas áreas, que generan, fomentan y desarrollan políticas públicas en ciencia, tecnología e innovación, pero esto no asegura que se presente un desarrollo social de la comunidad, como lo plantea el PNUD. Para que se logre este desarrollo es necesario asegurar que el impacto beneficioso de las tecnologías sea recibido por todos los individuos que integren la sociedad. En caso tal que esta situación no ocurra, por diferentes factores como por ejemplo la falta de acceso a estos beneficios por la situación socioeconómica de algunos individuos, trae como consecuencia un incremento en la desigualdad social, por la no inclusión social de las tecnologías desarrolladas. Por ello es necesario verificar que se cumpla con todas las condiciones en las cuales se pueda lograr generar los beneficios mencionados a todos los integrantes de la comunidad.

Las afirmaciones anteriormente enunciadas son también acordes a lo postulado por la UNESCO en el 2010 donde afirmó que: "las nuevas tecnologías han generado nuevas oportunidades para la creación, preservación, difusión y uso de la información, pero es la actividad humana la que permite a la información ser transformada en conocimiento, y al conocimiento mismo añadir valor a la experiencia y desarrollo humano" [26].

Por lo mencionado anteriormente, se establece que es necesario medir la eficacia y eficiencia de las políticas desarrolladas en las áreas de ciencia, tecnología e innovación, desde la perspectiva de la cadena de valor de la política pública, tomando de base y herramienta idónea para realizar dicha labor los indicadores de gestión. Por tal motivo, es necesario revisar y analizar inicialmente, si los indicadores diseñados por diferentes organizaciones para ejecutar esta función, son los adecuados para medir toda la cadena de valor, desde los insumos hasta los impactos generados, recordando que su principal fin y por ende impacto debe ser, fomentar el desarrollo humano [22][13].

## 1. INDICADORES

Los indicadores son las herramientas más útiles para determinar el cumplimiento de objetivos o metas planteadas en una organización, ya sea pública o privada, como lo estableció Robert Kaplan y David Norton en el desarrollo del Cuadro de Mando Integral (CMI) o Balance Score Card (BSC) en inglés.

Inicialmente, se profundizara los conceptos de indicadores para un mejor entendimiento.

### 1.1 DEFINICIÓN

No hay ninguna definición oficial de indicador desarrollada, pero si se encuentran algunas definiciones expuestas por diferentes autores reconocidos. A continuación se presentan algunas de estas definiciones.

- “Los indicadores son la medida del estado y desempeño de un macro proceso, proceso o actividad, en un momento determinado e indican el grado en que se están logrando los objetivos. En consecuencia, se entiende el conjunto de variables cuantitativas o cualitativas que se van a medir o monitorear.” [25]
- “La relación entre las variables cuantitativas o cualitativas, que permite observar la situación y las tendencias de cambio generadas en el objeto o fenómeno observado, respecto de objetivos y metas previstas e influencias esperadas.” [2]
- “Los indicadores sociales (...) son estadísticas, serie estadística o cualquier forma de indicación que nos facilita estudiar dónde estamos y hacia dónde nos dirigimos con respecto a determinados objetivos y metas, así como evaluar programas específicos y determinar su impacto”. [9]
- “Es una representación cuantitativa (variable o relación entre variables), verificable objetivamente, a partir de la cual se registra, procesa y presenta la información necesaria para medir el avance o el retroceso en el logro de un determinado objetivo.” [20]

Como se observa en estas múltiples referencias se puede determinar diferentes elementos comunes como: medir, variables cualitativas o cuantitativas, objetivos, metas, logros evaluar, proceso, actividad. A partir de estos elementos comunes se puede llegar a una definición propia de indicadores.

Indicadores se define como *el conjunto de variables cuantitativas y cualitativas que sirven para medir y de tal forma evaluar el grado de cumplimiento de los objetivos y metas planteadas.*

## 1.2. CLASIFICACIÓN DE LOS INDICADORES

Los indicadores se pueden clasificar de diferentes maneras a continuación se mostrara algunas de estas clasificaciones.

### 1.2.1. Clasificación de Indicadores a partir de su construcción y agregación

- Indicador: Mide los resultados del procesamiento de los datos primarios. [14]
- Indicador Agregado: Realiza una medición a partir de varios sub-indicadores. [14]
- Indicador Compuesto: Este mide varios aspectos dados por un fenómeno. [14]
- Índice: Este toma la forma de un número adimensional.
- Los índices requieren la transformación de diferentes medidas de unidades datos produciendo un simple número adimensional. [8]

### 1.2.2. Los indicadores clasificados a partir de sus Características

- Indicadores genéricos o de desempeño: Son los que miden los resultados de los objetivos a corto plazo. [25]
- Indicadores Impulsores o motores de desempeño: Son los que miden los resultados de los objetivos a largo plazo. [25]

### 1.2.3. Los Indicadores clasificados a partir de su Tipología

- Economía: Estos miden la austeridad, oportunidad y mesura en la adquisición de bienes y servicios. [25]
- Eficacia: Miden de cumplimiento de las metas definidas. [25]
- Eficiencia: Miden el uso óptimo de los recursos durante el proceso. [25]
- Efectividad: Miden la generación de valor. [25] También miden la satisfacción de las partes interesadas. Estos indicadores involucran eficacia y eficiencia, esto quiere decir, lograr los resultados esperados en el menor tiempo y costos posibles. [14] La estructura de este indicador puede ser:

$$\begin{aligned} \text{Efectividad} &= \text{Eficacia} + \text{Eficiencia.} \\ \text{Efectividad} &= \text{Eficacia} * \text{Eficiencia.} \end{aligned}$$

### 1.2.4. Los Indicadores clasificados a partir de su Tipología desde la perspectiva de la cadena de valor

Otra forma de clasificar los indicadores, es a partir de la cadena de valor, que al compararla con las anteriores clasificaciones se pueden encontrar una relación entre

ellas. La clasificación a partir de la cadena de valor se puede observar en la figura 2 y la relación entre la cadena de valor y lo anterior se puede observar en la figura 3.

**FIGURA 3.** Cadena de Valor de la Política Pública.



**Fuente:** Adaptación de los autores, [5][6].

La cadena de valor de la política pública está compuesta por cinco eslabones, los cuales son también, cada uno de los tipos de indicadores que se tienen, estos se describen a continuación:

- *Insumos:* Mide el comportamiento y desempeño de los insumos asociados a un programa necesarios para alcanzar una meta determinada. [6]
- *Procesos:* Mide el comportamiento y desempeño de los procesos asociados a un programa necesarios para alcanzar una meta determinada. [6]
- *Producto:* Mide los bienes y servicios obtenidos con las actividades del proyecto, así como los cambios directos en la situación de los beneficiarios. Específicamente, este tipo de indicadores permiten

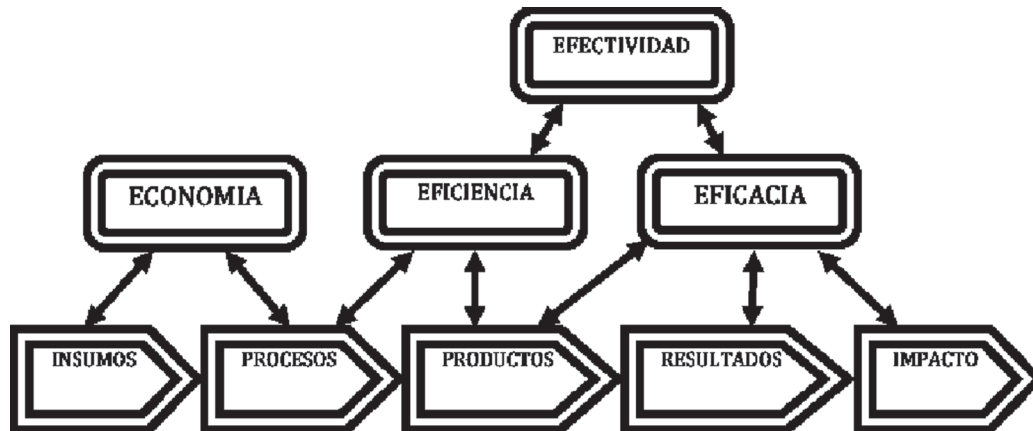
diagnosticar el rendimiento de la implementación del programa. [6]

- *Resultados:* Mide los cambios en el tiempo producidos por la entrega de los bienes y servicios del programa. Lo que permite verificar el cumplimiento de los objetivos a corto y mediano plazo del proyecto y su contribución al desempeño de la estrategia y política pública donde el programa está inscrito. [6]
- *Impacto:* Mide los cambios en el tiempo producidos por la entrega de los bienes y servicios del programa. Lo que permite verificar el cumplimiento de los objetivos a largo plazo del proyecto y su contribución al desempeño de la estrategia y política pública donde el programa está inscrito. [6]

Esta clasificación se puede reducir en tres tipos, cuando algunos de los tipos de indicadores se agrupan en uno solo, por ejemplo, el de insumos y procesos se pueden agrupar en uno llamado de gestión, y el de resultados e impactos se pueden reunirse en uno llamado simplemente de resultados.

La figura 4 ayuda a clarificar como estas clasificaciones se relacionan y miden características similares, pero vistas desde diferentes perspectivas.

**FIGURA 4.** Relación de los indicadores según sus tipologías.



**Fuente:** Kusek y Rist (2004) [10], Gorgens y Kusek (2009) [7]. Adaptación propia.

## 2. INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

### 2.1 MANUAL DE FRASCATI, 1963-2002

En junio de 1963, se presentó la primera versión del documento en la conferencia de Frascati (Italia) organizada por la OCDE (Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos), este documento fue revisado y aprobado por expertos en estadística

en áreas de investigación y desarrollo, de los estados miembros de la OCDE. [12]

La primera encuesta realizada utilizando el Manual de Frascati se efectuó en 1964 con la participación de diecisiete países.

Desde 1963 donde se presentó la primera edición hasta la fecha, se han presentado seis ediciones que se nombran a continuación:

1. Edición 1-1963.
2. Edición 2-1970.
3. Edición 3-1974.
4. Edición 4-1980.
5. Edición 5-1994.
6. Edición 6-2002.

El objetivo de este manual, fue diseñar un estándar internacional que sirviera de base a los países pertenecientes a la organización, en formular indicadores que lograrán medir los recursos financieros y humanos dedicados a la investigación y desarrollo experimental (I+D), llamados también datos de entrada "Inputs" de I+D y así poder realizar comparaciones internacionales. También en el manual se establece la importancia de medir los outputs de I+D, aunque sean más difíciles de medir. Por último, hace la aclaración que el manual no se inspira en un único modelo aplicable al sistema científico y tecnológico, sino que fundamentalmente tiene como objetivo proporcionar estadísticas que permitirán establecer indicadores utilizables en diversos modelos. [15]

El manual tiene dos partes. La primera expone las recomendaciones y principios básicos aplicables a la recolección e interpretación de los datos de I+D establecidos, y la segunda son los anexos que tienen como objetivo interpretar y desarrollar los principios básicos expuestos en la primera parte, para realizar las encuestas I+D o tratar temas relacionados con dichas encuestas. A continuación se exponen los puntos más relevantes. [16]

### 2.1.1. Medición de los Inputs I+D

Se utilizan dos grupos de indicadores inputs de I+D, el primero mide los gastos dedicados a I+D y el segundo mide el personal dedicado a estas tareas, los cuales se miden habitualmente con una base anual.

#### *Persona I+D.*

Para la medición del personal I+D, el manual define exactamente la clasificación del personal que debe estar incluido en las encuestas y los que deben ser excluidos, el personal lo clasifican en dos categorías por ocupación y por titulación formal. A continuación se nombrará los dos tipos de clasificaciones.

#### Clasificación por Ocupación.

- Investigadores: "Los investigadores son profesionales que se dedican a la concepción o

creación de nuevos conocimientos, productos, procesos, métodos y sistemas, y también a la gestión de los proyectos respectivos". [16]

- Técnicos y personal asimilado: "Los técnicos y el personal asimilado son personas cuyas tareas principales requieren conocimientos técnicos y experiencia en uno o varios campos de la ingeniería, la física, las ciencias biomédicas o las ciencias sociales y las humanidades. Participan en la I+D ejecutando tareas científicas y técnicas que requieren la aplicación de conceptos y métodos operativos, generalmente bajo la supervisión de los investigadores. El personal asimilado realiza los correspondientes trabajos de I+D bajo la supervisión de investigadores en el campo de las ciencias sociales y las humanidades". [16]
- Otro personal de apoyo: "Dentro de otro personal de apoyo se incluye al personal de oficios, cualificado y sin cualificar, de oficina y de secretaría que participa en los proyectos de I+D o está directamente asociado a tales proyectos".[16]

#### *Clasificación por nivel de titulación formal*

Para la clasificación por nivel de titulación formal, tomaron de base lo establecido en el ISCED (INTERNATIONAL STANDARD CLASSIFICATION OF EDUCATION), la clasificación es la siguiente:

1. Doctores (ISCED nivel 6): "Titulados con diplomas de doctor o de un nivel universitario equivalente en cualquier disciplina". [16]
2. Titulados universitarios (ISCED nivel 5A): "Titulados con diplomas universitarios inferiores al nivel de doctor en cualquier disciplina". [16]
3. Titulados con otros diplomas de rango universitario (ISCED nivel 5B): "Titulados con otros diplomas postsecundarios de rango no universitario en cualquier disciplina". [16]
4. Titulados con otros diplomas postsecundarios de rango no universitario (ISCED, nivel 4): "Titulados con otros diplomas postsecundarios de rango no universitario en cualquier disciplina". [16]
5. Titulados con diplomas de estudios secundarios (ISCE, nivel 3): "Titulados con diplomas de estudios secundarios superiores". [16]
6. Otras titulaciones: "Incluye todas aquellas personas con diplomas de nivel secundario de rango inferior al nivel 3". [16]

En las tablas 2 y 3, y en la figura 5 se determinan los tipos de indicadores que nombra el Manual de Frascati, clasificados a partir de la cadena de valor.

**TABLA 2.** Indicadores Manual de Frascati vs. Cadena de Valor.

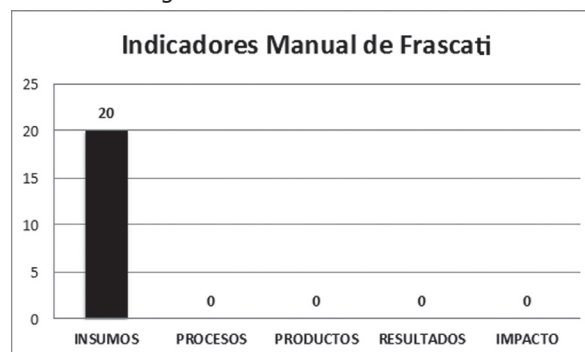
Indicador	Clasificación
No. de Investigadores	Insumos
No. de Técnicos y personal equivalente	Insumos
No. de otro personal de Apoyo	Insumos
No. de personas con títulos universitarios Doctor (ISCED nivel 6)	Insumos
No. de personas con otros títulos (ISCED nivel 5A)	Insumos
No. de personas con otros diplomas de rango universitario (ISCED nivel 5B)	Insumos
No. de personas con otros diplomas postsecundarios de rango no Universitario (ISCED nivel 4)	Insumos
No. de personas con diplomas de estudios Secundarios (ISCED nivel 3)	Insumos
No. de personas con otras titulaciones	Insumos
Gasto internos de las empresas	Insumos
Gasto Interno de administración	Insumos
Gasto Interno de los Fondos públicos generales de universidades (FGU)	Insumos
Gastos interno de la Enseñanza Superior	Insumos
Gasto Interno de las Instituciones Privadas sin ánimo de lucro (IPSFL)	Insumos
Gasto interno de las: Empresas extrajeras Dentro del mismo grupo Otros Organizaciones Internacionales. Otros.	Insumos
Gasto Nacional Bruto de las Empresas	Insumos
Gasto Nacional Bruto de la Administración Pública	Insumos
Gastos Nacional Bruto de los Fondos Públicos Generales de las Universidades (FGU)	Insumos
Gasto nacional Bruto de la Enseñanza superior	Insumos
Gasto de las Instituciones privadas sin ánimo de lucro (IPSFL)	Insumos

Fuente: Adaptación por los autores. [16]

**TABLA 3.** Resumen Indicadores Manual de Frascati vs. Cadena de Valor.

TIPO	NUMERO
INSUMOS	20
PROCESOS	0
PRODUCTOS	0
RESULTADOS	0
IMPACTO	0
TOTAL	20

Fuente: Adaptación por los autores. [16]

**FIGURA 5.** Indicadores del Manual de Frascati clasificados según la cadena de valor.

Fuente: Adaptación por los autores. [16]

El manual de Frascati mide solo los insumos, por lo cual cumple con el objetivo planteado en el momento de su desarrollo, el cual es medir los recursos financieros y humanos dedicados a la investigación y desarrollo experimental (I+D) en los países. No obstante, este manual no es una herramienta útil para la medición, seguimiento y evaluación de políticas públicas en este aspecto, porque no cubren todos los eslabones de la cadena de valor de la política pública.

## 2.2 MANUAL DE OSLO 1992-2006

Los objetivos de este manual es proporcionar pautas para la recolección e interpretación de datos sobre innovación y también diseñar indicadores que sirvan para evaluar comparativamente los resultados entre diferentes naciones, con el fin de entender mejor la relación entre la innovación y el desarrollo económico de los países, y así facilitar la formulación de políticas públicas.

El manual de Oslo ha tenido hasta la fecha tres versiones, la primera fue publicada en 1992, la segunda en 1997, estas dos versiones se enfocaron en buscar herramientas para medir en las empresas los procesos de innovación en el producto y proceso. Sin embargo, en la tercera versión publicada en el 2006, se amplió más el concepto de innovación en las empresas, donde se determinó que los procesos de innovación son la interacción de diferentes procesos en diversas áreas de las organizaciones, por



lo cual era determinante también medirlas, y así poder establecer los factores que motivan estos procesos, con lo cual se logrará obtener información más completa, y de tal forma poder formular políticas públicas más eficaces, las cuales motiven estos comportamientos. En consecuencia la tercera versión trata por aparte los dos procesos de innovación ya mencionados, y además menciona los procesos de innovación en la organización y en la mercadotecnia.

A continuación se mencionan las principales definiciones establecidas en el Manual que ayudan a tener una mejor comprensión de los indicadores expuestos en él.

**Innovación:** "Una innovación es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo en las practicas internas de la empresa, la organización del lugar del trabajo las relaciones exteriores". [17]

**Innovación de producto:** "Corresponde con la introducción de un bien o servicio nuevo, o significativamente mejorado, en cuanto a sus características o en cuanto el uso al que se destina. Esta definición incluye la mejoría significativa de las características técnicas de los componentes y materiales, de la informática integrada, de la facilidad de uso y otras características funcionales". [17]

**Innovación de proceso:** "Es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, proceso de producción o de distribución. Ello implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos". [17]

**Innovación de mercadotecnia:** "Es la aplicación de un nuevo método de comercialización que implique cambios significativos en el diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación". [17]

**Innovación de organización:** "Es la introducción de un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores de la empresa". [17]

En el manual de Oslo, además de indicar las áreas de las organizaciones, donde se deben medir los procesos de innovación. También establece que los procesos de innovación se deben medir tomando en cuenta dos características principales, la primera las actividades que componen el proceso y la segunda se refiere a los vínculos que se presentan entre los procesos de innovación que ayudan a dinamizar la innovación dentro de las organizaciones.

En la tabla 4, 5 y la figura 6 se observan los tipos de indicadores que nombra el manual de Frascati, clasificados a partir de la cadena de valor.

**TABLA 4.** Indicadores del Manual de Oslo vs. Cadena de Valor.

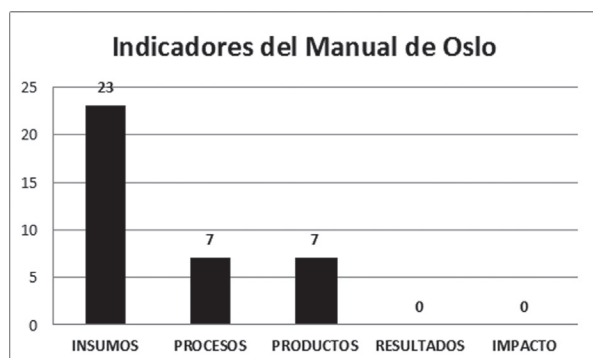
Indicador	Clasificación
Actividades de Adquisición de otros conocimientos externos	Procesos/ Productos
Actividades de Adquisición de máquinas, equipos y otros bienes capitales	Procesos/ Productos
Actividades de Otros preparativos destinados a las innovaciones de producto y servicios	Procesos/ Productos
Actividades de Preparación del mercado para la comercialización de innovaciones del producto	Procesos/ Productos
Actividades de Formación	Procesos/ Productos
Actividades relacionadas con preparativos destinados a las innovaciones en mercadotecnia	Procesos/ Productos
Actividades relacionadas con preparativos destinados a las innovaciones en la organización	Procesos/ Productos
Fuentes de Información Interna de la empresa en I+D	Insumos
Fuentes de Información Interna de la empresa en Producción	Insumos
Fuentes de Información Interna de la empresa en Comercialización	Insumos
Fuentes de Información Interna de la empresa en Distribución	Insumos
Fuentes de Información Interna de la empresa de otras empresas del mismo grupo	Insumos
Fuentes de Información externa de los Competidores	Insumos
Fuentes de Información externa con otras empresas del sector	Insumos
Fuentes de Información externa con clientes o usuarios	Insumos
Fuentes de Información externa con Expertos y consultoras	Insumos
Fuentes de Información externa con Proveedores de equipos, materiales, componentes, programas informáticos o servicios	Insumos
Fuentes de Información externa con Laboratorios comerciales	Insumos
Fuentes de Información Pública como Universidades y otros establecimientos de enseñanza superior.	Insumos
Fuentes de Información Pública como Institutos de enseñanza públicos	Insumos

**Fuente:** Adaptación por los autores. [17]

**TABLA 5.** Resumen Indicadores del Manual de Oslo vs. Cadena de Valor.

TIPO	NUMERO
INSUMOS	23
PROCESOS	7
PRODUCTOS	7
RESULTADOS	0
IMPACTO	0
TOTAL	37

**Fuente:** Adaptación por los autores. [17]

**FIGURA 6.** Indicadores del Manual de Oslo clasificados según la cadena de valor.

**Fuente:** Adaptación por los autores. [17]

Al comparar el Manual de Oslo con respecto al de Frascati se encuentra que este mide fases que el manual de Frascati no contemplaba, como son los procesos y los productos; lo cual está motivado por el objetivo del manual, que es identificar factores influyentes en el desarrollo de innovación en los países. Pero el manual no logra determinar el real impacto de las políticas en el desarrollo de los países. Por tal motivo es una herramienta que se necesita complementar con otros indicadores que logren medir los resultados e impactos de las políticas desarrolladas, y así fomentar la innovación en los países y poder determinar si se logra un impacto positivo en ellos.

### 2.3 INDICADORES DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA, OBSERVATORIO COLOMBIANO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA

El Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología (OCyT) fue creado en 1999, por iniciativa de

la empresa privada y pública, donde el mayor impulsor del observatorio fue Colciencias motivado principalmente por dos circunstancias: la primera fue la necesidad que tenía el país en tener indicadores confiables, que le sirvieran para medir el impacto de las políticas desarrolladas en este ámbito, y la segunda fue la creación de la Red Iberoamericana de Ciencia y Tecnología (RICyT), quien ha sido una gran impulsora en la creación de capacidades en estas áreas. En el momento de la creación del observatorio y luego de realizar diferentes estudios se determinó que el modelo más apropiado era el de "externalización institucionalizada", es decir la conformación de un observatorio independiente.

La misión del Observatorio es "Una institución del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI) dedicada a producir conocimiento sobre la dinámica y el posicionamiento del sistema mediante el diseño, producción, integración, interpretación y difusión de estadísticas e indicadores, para orientar y evaluar las políticas y la acción de los diversos actores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación (SNCTI)". [18]

El objetivo general del OCyT es "Lograr el fortalecimiento de la capacidad nacional para generar y usar indicadores que servirán para orientar y evaluar las políticas nacionales, regionales e internacionales, así como la acción de diversos actores en los polos científicos y tecnológicos". [18]

El observatorio ha publicado desde el 2006 en la edición llamada de bolsillo, los resultados de estos indicadores, donde la última versión publicada fue la del 2013.

Con respecto a los indicadores de Ciencia y Tecnología, el Observatorio los tiene clasificados en 8 grupos que son:

1. Inversión en Actividades de Ciencia y Tecnología.
2. Formación Científica y Tecnológica.
3. Capacidades nacionales en ciencia y tecnología.
4. Producción bibliográfica.
5. Títulos de Propiedad industrial
6. Innovación en la industria manufacturera.
7. Tecnologías de la Información y Comunicaciones.
8. Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación – Colciencias.

En la tabla 6 y 7, y en la figura 7, muestran los indicadores y el número de indicadores que tiene OcyT, clasificados a partir de la cadena de valor de la política pública.

**TABLA 6.** Indicadores de Ciencia y Tecnología del Observatorio de Ciencia y Tecnología vs. Cadena de Valor.

Indicador	Clasificación
Inversión en actividades de ciencia, tecnología en innovación actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) como porcentaje del PIB	Insumos
Financiación de las ACTI por tipo de recurso (público, privado, internacional)	Insumos
Financiación de la I+D por tipo de recurso (público, privado, internacional)	Insumos
Inversión nacional en ACTI por sectores de ejecución (Empresas, Instituciones de Educación Superior, Entidades del gobierno nacional, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Hospitales y clínicas, Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas, ONGs).	Insumos
Inversión nacional en ACTI por sectores de financiamiento (Empresas, Instituciones de Educación Superior, Entidades del gobierno nacional, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Hospitales y clínicas, Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas, ONGs).	Insumos
Financiación de ACTI por tipo de institución (Empresas, Instituciones de Educación Superior, Entidades del gobierno nacional, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Hospitales y clínicas, Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas, ONGs).	Insumos
Participación de las ACTI en la inversión nacional (I+D, Actividades de innovación, Servicios científicos y tecnológicos, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Administración y otras actividades de apoyo).	Insumos
Inversión nacional en ACTI por tipo de actividad (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos

Indicador	Clasificación
Inversión en ACTI de las entidades del gobierno central –ejecución actividad (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Inversión en ACTI de las empresas – ejecución (Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Inversión en ACTI de los centros de investigación y desarrollo tecnológico –ejecución (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Inversión en ACTI de los hospitales y clínicas –ejecución (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Inversión en ACTI de las Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas – ejecución (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Inversión en ACTI de las ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales – ejecución (Administración y otras actividades de apoyo, Apoyo a la formación y capacitación científica y tecnológica, Servicios científicos y tecnológicos, Actividades de innovación, I+D).	Insumos
Participación (%) de la inversión en ACTI e I+D por entidad territorial.	Insumos
Inversión en ACTI como porcentaje del PIB según países seleccionados,	Insumos
Cobertura de la información sobre inversión en ACTI (Empresas, Instituciones de Educación Superior, Entidades del gobierno nacional, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, Hospitales y clínicas, Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas, ONGs).	Insumos

Indicador	Clasificación
Graduados en Instituciones de Educación Superior (IES) colombianas, 2006 - 2010	Productos
Graduados en universidades nacionales por entidad territorial.	Productos
Graduados en programas nacionales de maestría por área de la ciencia y la tecnología OCDE y Núcleo Básico de Conocimiento (NBC)	Productos
Graduados en programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC	Productos
Doctores según año de graduación.	Productos
Total doctores según área OCDE y sexo.	Productos
Programas nacionales de maestría por área OCDE y NBC.	Productos
Programas nacionales de doctorado por área OCDE y NBC.	Productos
Becas, créditos y becas-crédito para maestría y doctorado.	Insumos
Becas, crédito y becas-crédito para maestría según sexo del beneficiario.	Insumos
Becas, créditos y becas-crédito para maestría según institución oferente	Insumos
Becas, créditos y becas-crédito para maestría según área OCDE.	Insumos
Becas, crédito y becas-crédito para doctorado según sexo del beneficiario,	Insumos
Becas, créditos y becas-crédito para doctorado según institución oferente.	Insumos
Becas, créditos y becas-crédito para doctorado según área OCDE,	Insumos
Becas, créditos y becas-crédito para doctorado según lugar de estudio,	Insumos
Jóvenes investigadores según sexo	Insumos
Jóvenes investigadores según área OCDE	Insumos
Grupos de investigación según clasificaciones Colciencias y OCyT	Insumos
Grupos de investigación registrados y clasificados	Insumos
Distribución total de grupos de investigación	Insumos
Distribución de grupos de investigación según entidad territorial	Insumos

Indicador	Clasificación
Grupos de investigación según Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCyT)	Insumos
Grupos de investigación según tipo de institución avaladora (IES públicas, IES privadas, Centros de investigación y desarrollo tecnológico, ONG, asociaciones y agremiaciones profesionales, Hospitales y clínicas, Empresas, Entidades gubernamentales, Organizaciones sin ánimo de lucro al servicio de las empresas, Otras entidades de educación, Internacional y Sin clasificar).	Insumos
Grupos de investigación según antigüedad en años.	Insumos
Grupos de investigación según entidad territorial.	Insumos
Grupos de investigación según área de la ciencia y la tecnología OCDE.	Insumos
Número de grupos de investigación según sexo del líder.	Insumos
Número de integrantes de los grupos de investigación según sexo.	Insumos
Integrantes de grupos de investigación activos según área OCDE y sexo.	Insumos
Investigadores activos.	Insumos
Porcentaje de investigadores activos según tipo de institución avaladora del grupo de investigación.	Insumos
Porcentaje de investigadores activos según área OCDE.	Insumos
Investigadores activos según entidad territorial.	Insumos
Investigadores activos según rango de edad en años.	Insumos
Investigadores activos según sexo.	Insumos
Investigadores activos según máximo grado de escolaridad.	Insumos
Revistas indexadas vs. Revistas nuevas en Publindex	Productos
Revistas indexadas en Publindex según categoría	Productos
Revistas indexadas en Publindex según área de la ciencia y la tecnología OCDE	Productos
Revistas indexadas en Publindex según área OCDE	Productos

Indicador	Clasificación
Revistas indexadas en Pubindex según tipo de institución editora	Productos
Revistas indexadas en Pubindex según entidad territorial de la institución editora,	Productos
Revistas indexadas en Pubindex según institución editora.	Productos
Revistas colombianas indexadas en Pubindex cubiertas por SIR internacionales.	Productos
Revistas colombianas indexadas en Pubindex y registradas en el directorio Ulrich's Periodicals Directory	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science,	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science por índice y tipología documental	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science por área OCDE	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science en colaboración con países de América Latina.	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Web of Science en colaboración con países de otras regiones.	Productos
Media y mediana del número de autores de publicaciones colombianas por área OCDE.	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en revistas indexadas en Scopus.	Productos
Artículos de autores vinculados a instituciones colombianas publicados en revistas indexadas en Scopus según área OCDE.	Productos

Indicador	Clasificación
Artículos de autores vinculados a instituciones colombianas publicados en revistas indexadas en Scopus según disciplinas.	Productos
Producción bibliográfica de autores vinculados a instituciones colombianas en colaboración con países de otras regiones, Scopus.	Productos
Producción de artículos de autores vinculados a instituciones colombianas publicados en revistas indexadas en Web of Science y Scopus.	Productos
Producción de documentos de autores vinculados a instituciones colombianas publicados en revistas indexadas en Web of Science y Scopus.	Productos
Patentes de invención solicitadas y concedidas ante oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio –SIC.	Productos
Modelos de utilidad solicitados y concedidos ante la oficina de la SIC.	Productos
Diseños industriales solicitados y concedidos ante la oficina de la SIC	Productos
Número de solicitudes de patentes de no residentes/Número de solicitudes de patentes de residentes	Productos
Número de solicitudes de patentes de residentes/Número total de solicitudes de patentes	Productos
Número de solicitudes de patentes de residentes por cada cien mil habitantes.	Productos
Solicitudes y concesiones de patentes de colombianos ante oficinas internacionales	Productos
Patentes solicitadas y concedidas ante oficinas nacionales de patentes.	Productos
Distribución de las empresas que respondieron a la Tercera y Cuarta Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT III y EDIT IV) según tamaño.	Insumos
Distribución de las empresas que respondieron la EDIT III y EDIT IV según grado de innovación	Insumos

Indicador	Clasificación
Empresas que invirtieron y monto invertido en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según tamaño	Insumos
Empresas que invirtieron y monto invertido en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según grado de innovación.	Insumos
Distribución de las empresas que invirtieron en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según grado de innovación y tamaño.	Insumos
Distribución de la inversión según grupos de actividades de desarrollo e innovación tecnológica y tamaño.	Insumos
Número de empresas que invirtieron y montos invertidos en actividades de desarrollo e innovación tecnológica según tipo de propiedad.	Insumos
Personal ocupado en las empresas según nivel educativo y tamaño.	Insumos
Personal ocupado en las empresas según nivel educativo y grado de innovación.	Insumos
Personal profesional ocupado en las empresas según área funcional y tamaño.	Insumos
Personal profesional ocupado en las empresas según área funcional y grado de innovación.	Insumos
Apoyo para la capacitación del personal de las empresas según tipos de capacitación y tamaño.	Insumos
Origen de las ideas de innovación tecnológica en las empresas.	Insumos
Distribución de la financiación de las actividades de desarrollo e innovación tecnológica según fuente de los recursos y año.	Insumos
Distribución de la financiación de las actividades de desarrollo e innovación tecnológica según fuente de los recursos.	Insumos
Penetración de TIC en los hogares colombianos (Computador, Telefonía fija, Celular, Conexión a internet)	Productos

Indicador	Clasificación
Comparación penetración TIC (Países en desarrollo, Países desarrollados, Colombia cabeceras municipales, Colombia resto municipio, Total Colombia)	Productos
Penetración de tecnología móvil celular (%).	Productos
Número de suscriptores con acceso a internet (Acceso conmutado (ACI), Acceso dedicado (ADI))	Productos
Número de suscriptores a internet (ADI) según entidad territorial.	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Número de trámites del orden nacional publicados)	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Número de procesos publicados en el Portal Único de Contratación - PUC)	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Cuantía de los procesos publicados (millones de pesos corrientes) en el Portal Único de Contratación - PUC (Fase Informativa del SECOP))	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Cuantía de procesos publicados en el PUC en relación con el Presupuesto General de la Nación)	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Número de entidades del orden nacional vinculadas a la RAVEC)	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Número de entidades utilizando el tramitador en línea (enrutador transaccional))	Productos
Indicadores de gobierno en línea (Número de servicios utilizando el tramitador en línea (enrutador transaccional))	Resultados
Evolución del presupuesto de Colciencias.	Insumos
Presupuesto de inversión de Colciencias como porcentaje del Presupuesto General de Inversión de la Nación.	Insumos
Presupuesto de Colciencias según estrategias de política.	Insumos
Solicitudes para incentivos tributarios.	Insumos
Monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según tipo.	Insumos

Indicador	Clasificación
Monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según Programa Nacional de Ciencia y Tecnología (PNCyT) y tipo.	Insumos
Monto de solicitudes aprobadas para incentivos tributarios según entidad territorial.	Insumos
Proyectos aprobados por Colciencias.	Insumos
Recursos aprobados para financiación de proyectos.	Insumos
Proyectos aprobados por Colciencias según PNCyT.	Insumos
Inversión total en proyectos aprobados según PNCyT.	Insumos
Proyectos aprobados según tipo de institución.	Insumos
Financiación vs. Contrapartidas movilizadas en proyectos aprobados según tipo de entidad.	Insumos
Proyectos aprobados según PNCyT y tipo de institución.	Productos
Proyectos aprobados según PNCyT y sexo del investigador principal.	Productos
Proyectos aprobados por Colciencias según entidad territorial.	Productos
Proyectos aprobados según entidad territorial de la institución ejecutora y PNCyT.	Productos
Número de niños(as) y jóvenes apoyados por el Programa Ondas.	Productos
Número de niños(as) y jóvenes apoyados por el Programa Ondas según entidad territorial	Productos
Número de grupos y maestros que participan en el Programa Ondas.	Productos
Número de niños, jóvenes, grupos, maestros e instituciones que participan en el Programa Ondas según entidad territorial.	Productos
Recursos invertidos en el Programa Ondas.	Productos
Presupuesto del Programa Ondas según entidad territorial.	Productos

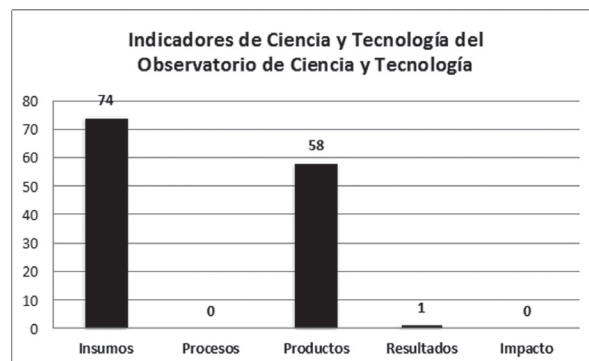
**Fuente:** Adaptación por los autores. [18]

**TABLA 7.** Resumen Indicadores de Ciencia y Tecnología del Observatorio de Ciencia y Tecnología vs. Cadena de Valor.

TIPO	NUMERO
Insumos	74
Procesos	0
Productos	58
Resultados	1
Impacto	0
TOTAL	133

**Fuente:** Adaptación por los autores. [18]

**FIGURA 7.** Indicadores de Ciencia y Tecnología del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología vs. Cadena de Valor.



**Fuente:** Adaptación por los autores. [18]

Como se logra observar en la tabla 6 y la figura 5, el Observatorio tiene un gran número de indicadores que miden ciencia y tecnología, pero la mayoría miden solo los insumos y los productos, evidenciando lo que ya se había establecido en los manuales de Frascati y Oslo: la no presencia de indicadores que reporten los resultados e impactos en esta área. El motivo principal de esta situación es por la gran dificultad de obtener la información que reflejen estos aspectos.

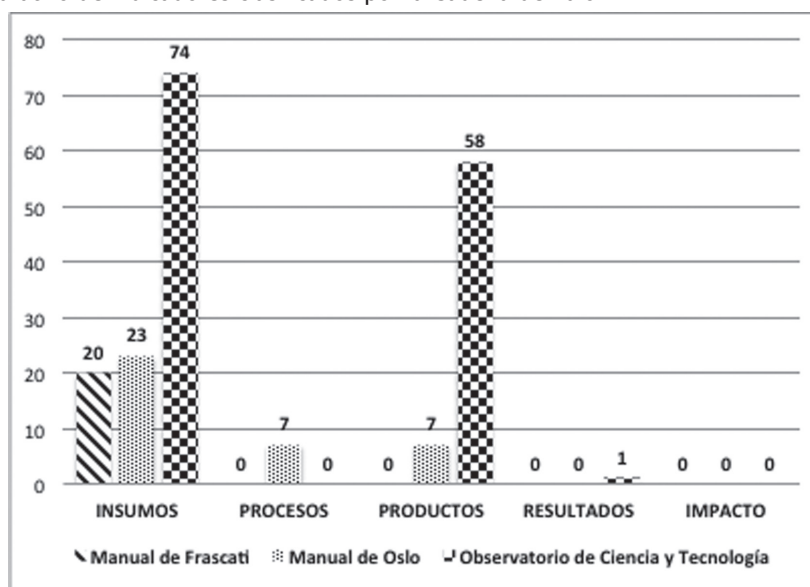
### 2.3 ANÁLISIS COMPARATIVO

En la tabla 8 y figura 8 se muestra una comparación de diferentes indicadores clasificados a partir de la cadena de valor de la política pública.

**TABLA 8.** Comparativo de indicadores clasificados por la Cadena de Valor.

	INSUMOS	PROCESOS	PRODUCTOS	RESULTADOS	IMPACTO
Manual de Frascati	20	0	0	0	0
Manual de Oslo	23	7	7	0	0
Observatorio de Ciencia y Tecnología	74	0	58	1	0

**Fuente:** Adaptación por los autores. [16] [17] [18]

**FIGURA 8.** Comparativo de indicadores clasificados por la Cadena de Valor.

**Fuente:** Adaptación por los autores. [16] [17] [18]

Al observar la tabla 7 y figura 7, se puede deducir: la mayor cantidad de indicadores desarrollados son de tipo insumo, por la facilidad en la medición de estos, y en segundo lugar los de producto. Por volumen el Observatorio de Ciencia y Tecnología es una fuente excelente de indicadores en estas áreas.

En resumen, el desarrollo de indicadores de resultado e impacto ha sido prácticamente nulo, en cambio se han desarrollado un gran número de indicadores de insumos y producto, lo cual permite determinar la intención de los gobiernos en invertir ciencia, tecnología e innovación, y también permiten medir las cantidades de productos generados por las inversiones realizadas. Aunque hay un gran número de indicadores de productos, estos no aseguran que estos productos estén impactando la sociedad de tal forma que coadyuven en el desarrollo social y las capacidades humanas. Por lo cual, es necesario asegurarse que estos productos generados si estén produciendo el efecto deseado, por este motivo el punto de partida para el desarrollo de un indicador de impacto en ciencia, tecnología e innovación debe ser los productos y por consiguiente sus respectivos indicadores.

Tomando de base la premisa planteada, en el siguiente capítulo se presenta un ejemplo de cómo se deben desarrollar un indicador de impacto en ciencia, tecnología e innovación.

### 3. EJEMPLO DE DISEÑO DE INDICADOR DE IMPACTO EN CIENCIA, TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN

Como ya se mencionó, el impacto se debe medir a partir de los productos generados, por ello, el punto de partida para el diseño de un indicador de impacto debe ser obligatoriamente, el indicador del producto de CTI que se desea evaluar, para el desarrollo del ejemplo se tomó como base el indicador llamado "Patentes de invención solicitadas y concedidas ante oficina de la Superintendencia de Industria y Comercio-SIC" del Observatorio Colombiano de Ciencia y Tecnología, el cual tiene como objetivo determinar el grado de desarrollo de nuevas patentes tecnológicas en Colombia.

Para entender mejor la relación de la generación de la patente y su impacto en el desarrollo humano, se hace necesario construir la cadena de valor respectiva, que



presente esta relación, esta cadena se ve en la figura 9. La construcción de esta cadena de valor implicaría que para cada tipo de producto generado por inversión en ACTI, es necesario construir su respectiva cadena de valor, que ayude a entender como estos productos pueden contribuir al desarrollo de las capacidades humanas. También, implica que el proceso de diseño se vuelve más complejo al que inicialmente se planteaba, tomado solo en cuenta la cadena de valor de la política pública.

**FIGURA 9.** Cadena de Valor de patentes a capacidades humanas.



**Fuente:** Adaptación por los autores.

Como se observa la cadena de valor generada tiene que ser lo más genérica posible, para que sea capaz de agrupar de forma general las principales etapas o eslabones. Adicionalmente los eslabones se refieren a los resultados generados por las patentes, visto desde los productos generados a partir de la patente y los clientes que adquirieron dichos productos, los clientes pueden ser tanto corporativos como personas naturales. El último eslabón corresponde a las capacidades de los clientes que adquirieron los productos generados por las patentes.

Con la cadena de valor planteada se puede crear los indicadores de resultado e impacto como se muestra en la figura 10.

**FIGURA 10.** Cadena de Valor de patentes a capacidades humanas.



**Fuente:** Adaptación por los autores.

En este caso los indicadores de resultados serían los siguientes:

- Cantidad de productos producidos a partir de la patente concedida por la Superintendencia de Industria y Comercio–SIC.
- Cantidad de clientes que adquirieron el producto producido a partir de la patente concedida por la Superintendencia de Industria y Comercio–SIC.

Con la construcción de los indicadores de resultado se puede crear el indicador de impacto el cual será:

Las capacidades que presenta la población afectada por el producto, menos las capacidades previas que tenía la población antes de adquirir los productos producidos.

Al observar el indicador de impacto propuesto, se puede afirmar que la medición del impacto no sería posible, porque esto implicaría realizar un seguimiento de los productos y los clientes que lo adquirieron. Pero esta situación se soluciona fácilmente, a partir del último indicador de resultado, porque al determina la cantidad de clientes que adquirieron el producto, se establece si esta cantidad es significativa sobre la población total objetivo, en caso tal que el volumen sea significativo, se podría realizar la medición con el indicador de impacto, pero sí en cambio, esta cantidad es baja, no se hace necesario realizar la medición de impacto, porque ya se puede asegurar que no presenta un impacto relevante.

En conclusión, para el desarrollo de indicadores de resultado e impacto, el punto de partida debe ser el indicador de producto, el cual es la referencia clave para la creación de estos indicadores. También se puede afirmar que el indicador de resultado es el primer indicio de indicador de impacto, donde el indicador de resultado puede determinar de forma previa, si el impacto es significativo o no, independiente del tipo de impacto. En caso tal, que el impacto sea significativo se puede utilizar el indicador de impacto diseñado para determinar cómo fue el tipo de impacto midiendo las capacidades generadas, esto se logra comparando las capacidades medidas menos las capacidades previas que se tenían antes de la generación y adquisición del producto.

#### 4. CONCLUSIONES

- Los manuales analizados tienen un gran número de indicadores para ciencia y tecnología, donde el del Observatorio de Ciencia y tecnología de Colombia es el que contiene el volumen más grande con 133 indicadores. La razón por la cual los manuales de Oslo y Frascati no tiene esa gran cantidad se debe a que son documentos complementarios, que sirven para hacer un comparativo entre diferentes países; en cambio el del OCyT fue diseñado utilizando de base los manuales internacionales y contempla aspectos más específicos, los cuales sirven para un mejor diseño de políticas públicas.
- La mayoría de los indicadores analizados buscan medir y evaluar los insumos y productos, dejando en un segundo plano la medición de procesos y resultados. Por su parte los indicadores de impacto no se han desarrollado.
- Los manuales de Frascati y Oslo son manuales que fueron diseñados para medir los recursos utilizados

por los países para fomentar la investigación, desarrollo e innovación, por lo cual la mayoría de los indicadores que los componen miden insumos, lo que permite realizar una evaluación institucional, ejecutiva y también económica.

- Hay un gran avance en el mundo en el desarrollo de indicadores que midan insumos.
- Hay poco desarrollo en el diseño de indicadores de procesos, donde los únicos que tienen un número de indicadores relevantes es el manual de Oslo. Si se toma en cuenta que el manual de Oslo, lo que busca medir son los procesos de innovación, se establece como necesario desarrollar nuevos indicadores que contribuyan en la medición de otros aspectos que coadyuven al desarrollo de Ciencia y tecnología. Así lograr hacer una evaluación más exhaustiva de los procesos, y por ende determinar mejor la eficiencia y efectividad de las políticas en ciencia y tecnología en desarrollo.
- Es evidente que el desarrollo de indicadores que midan el impacto ha sido nulo, esto debido a la gran dificultad de medir este aspecto, principalmente por dos motivos. En un periodo de tiempo extenso (recomendado que sea superior a cinco años) que logre evidenciar el impacto real del proyecto en la comunidad y así determinar si fue o no beneficioso. El segundo motivo es que para medir el impacto real es necesario identificar cuáles serían los resultados obtenidos si no se hubiera implementado la política, y de esta manera descontarla del impacto observado, para así determinar el impacto neto.
- Para el desarrollo de indicadores de resultado e impacto, el punto de partida debe ser el indicador de producto el cual es la referencia clave para la creación de estos indicadores.
- El indicador de resultado es el primer indicio de indicador de impacto, donde el indicador de resultado determina previamente si el impacto es significativo o no, independiente del tipo de impacto. En caso que la medición indique que el impacto es relevante, se puede utilizar el indicador de impacto para determinar el tipo de impacto presentado, midiendo las capacidades presentes menos las capacidades previas que se tenían antes de la generación y adquisición del producto..

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Banco Mundial. (2015). Datos Ciencia y Tecnología. Recuperado el 15 de 10 de 2015, de Banco Mundial: <http://datos.bancomundial.org/>
- [2] Beltrán Jaramillo, J. M. (2010). Indicadores de gestión. Bogotá D.C.: 3R editores.
- [3] Bergman, M. (2013). Sistemas de Índices e Indicadores en Gestión. Recuperado (2014, noviembre 12) de [http://www.mexicoevalua.org/descargables/5e1a0a\\_sistema\\_de\\_indices-e-indicadores\\_en\\_seguridad\\_publica\\_completo\\_impresion\\_nov19.pdf](http://www.mexicoevalua.org/descargables/5e1a0a_sistema_de_indices-e-indicadores_en_seguridad_publica_completo_impresion_nov19.pdf)
- [4] Bozeman, B. (2000). Technology transfer and public policy: a review of research and theory. *Research Policy*, 29, 627-655
- [5] COLCIENCIAS. (2015). Sobre Colciencias. Recuperado el 27 de 04 de 2015, de COLCIENCIAS: [http://www.colciencias.gov.co/sobre\\_colciencias?vdt=info\\_portal%7Cpage\\_1](http://www.colciencias.gov.co/sobre_colciencias?vdt=info_portal%7Cpage_1)
- [6] DNP. (2009). Guía Metodológica Para La Elaboración de Indicadores. Bogotá: Departamento Nacional de Planeación.
- [7] DNP. (2010). Guía Metodológica para el Seguimiento al Plan Nacional de Desarrollo y Evaluación de las Políticas Estratégicas. Bogotá D.C.: Departamento Nacional de Planeación.
- [8] Gorgens, M., & Zall Kusek, J. (2009). Making Monitoring and Evaluation Systems Work: A Capacity Development Toolkit. Washington DC, Estados Unidos de América: World Bank.
- [9] Hak, M. T. (2007). Sustainability Indicators: A Scientific Assessment. Washington DC, USA: Island Press.
- [10] HORN, R. V. (1997). Statistical indicators for the economic and social sciences. Hong Kong: Cambridge, University Press.
- [11] Kusek, J. Z., & Rist, R. C. (2004). Ten Steps to a Results-Based Monitoring and Evaluation System. Washington, D.C., Estados Unidos de América: The World Bank.
- [12] Lepori, B. (2006a). Methodologies for the analysis of research funding and expenditures: from input to positioning indicators. *Research Evaluation*, 15(2), 133-144.
- [13] Lepori, B. (2006b). Public research funding and research policy: a longterm analysis for the Swiss case. *Science and Public Policy*, 33(3), 205-216.
- [14] Lepori, B.; Barré, R. and Filliatreau, C. (2008). New perspectives and challenges for the design and production of S&T indicators. *Research Evaluation*, 17 (1), 33-44.
- [15] Mejía, C. A. (1998). Indicadores de efectividad y eficacia. Recuperado (2014, noviembre 10) de <http://www.planning.com.co/bd/archivos/Octubre1998.pdf>
- [16] Nussbaum, M. (2000). Women and Human Development. Cambridge: Cambridge University Press.
- [17] OCED. (2002). Manual de Frascatti. Organización

- para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- [18] OCED. (2005). Manual de Oslo "Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación". Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos.
- [19] OCyT. (2011). Indicadores de Ciencia y tecnología. Bogotá: Observatorio de Ciencia y Tecnología.
- [20] OCyT. (2015). Indicadores de Ciencia y tecnología 2014 . Bogotá: Observatorio de Ciencia y Tecnología.
- [21] ONU. (1999). Integrated and coordinated implementation and follow-up of major. United Nations conferences and. New York: Organización de las Naciones Unidas.
- [22] Parrallega, R. (2005). Capacidades Humanas y antropología filosofica. Themata (35), 481-486
- [23] PNUD. (2002). Informe Sobre el Desarrollo Humano . Nueva York, Estados Unidos: Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo.
- [24] Popadiuk, S. and Choo, C. W. (2006). Innovation and knowledge creation: How are these concepts related?. International Journal of Information Management, 26(4), 302-312.
- [25] Sen, A. (1998). Human Capital and Human Capacity. Cuadernos de Economía , 17 (29), 67-72.
- [26] Serna, H. (2005). Índices de Gestión. Bogotá: 3R editores.
- [27] UNESCO. (2010). Towards inclusive knowledge societies: a review of UNESCO's action in implementing the WSIS outcomes