



CONCYTEC

CONSEJO NACIONAL DE CIENCIA,
TECNOLOGÍA E INNOVACIÓN TECNOLÓGICA

Guía de Indicadores de Línea de Base: La Teoría de Cambio para el Diseño y Evaluación de Instrumentos Financieros de CTI

*(Segundo documento del Modelo de Evaluación de
Impacto de Instrumentos Financieros en CTI)*

Documento de Trabajo

Guía de indicadores de línea de base: La Teoría de Cambio para el diseño y evaluación de Instrumentos Financieros de CTI

Segundo documento del Modelo de Evaluación de Impacto de Instrumentos Financieros en CTI

Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica –
CONCYTEC

Dirección de Investigación y Estudios – DIE

Jhon Moises Collantes Rios, especialista.

Contenido

1. Introducción	5
2. Marco Teórico	7
2.1. Teoría de Cambio	8
2.2. Instrumentos Financieros ofrecidos por FONDECYT	11
2.2.1. Becas para Programas de Posgrado	12
2.2.2. Investigación Científica	15
2.2.3. Innovación Tecnológica	18
2.3. Indicadores de línea de base	20
2.3.1. Indicadores de estructura	21
2.3.2. Indicadores de proceso	22
2.3.3. Indicadores de producción	24
3. Marco Institucional	25
4. Indicadores de Línea de Base	29
4.1. Indicadores de estructura	30
4.2. Indicadores de proceso	35
4.3. Indicadores de productividad	41
4.4. Indicadores sociodemográficos	48
5. Construcción de los indicadores	49
5.1. CTI VITAE / RENACYT	49
5.2. Registro de Patentes - INDECOPI	51
5.3. Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI)	51
5.4. Scopus	52
5.5. Encuestas propias	53
6. Bibliografía	54
Anexo 1: Listado de Indicadores de Línea de Base	60
Anexo 2: Fichas Técnicas de Indicadores de Línea de Base	63

Índice de Figuras

Figura 1: Teoría de Cambio	9
Figura 2: Estructura de la Cadena de Resultados	10
Figura 3: Teoría de Cambio	12
Figura 4: Cadena de Resultados (1)	13

Figura 5: Cadena de Resultados (2)	14
Figura 6: Teoría de Cambio	16
Figura 7: Cadena de Resultados (1)	17
Figura 8: Cadena de Resultados (2)	17
Figura 9: Teoría de Cambio	18
Figura 10: Cadena de Resultados (1)	19
Figura 11: Cadena de Resultados (2)	19
Figura 12: Indicadores de estructura.....	22
Figura 13: Evaluación de proceso	23

Índice de Tablas

Tabla 1: Cadena Causal de Resultados por Tipología de Indicadores.....	25
Tabla 2: Ficha Técnica de Indicador	26

1. Introducción

En la actualidad, el Perú destina tan solo el 0.13% del PBI en investigación y desarrollo e innovación, muy por debajo de lo que destinan otros países de la región, ubicándolo en el puesto 76¹ en el ranking mundial de innovación. Por otro lado, si bien el presupuesto asignado al Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) ha tenido importantes aumentos en el tiempo (para el año 2018 el presupuesto institucional modificado (PIM) ascendió a 175.1 millones de soles, mientras que para el 2019 este llegó a 186.6 millones de soles²), este aún es limitado por lo que resulta necesario que los recursos sean destinados a programas con el mayor impacto en la población objetivo.

En línea con lo anterior, la Dirección de Investigación y Estudios (DIE), viene impulsando la inclusión de una teoría de cambio análoga al marco lógico (pero mucho más desarrollada) que permita la formulación, diseño e implementación de un Modelo de Evaluación de Impacto que permita conocer los efectos causales de los diferentes instrumentos financieros en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) otorgados por el Fondo Nacional de Desarrollo Científico, Tecnológico y de Innovación Tecnológica (FONDECYT).

En ese sentido, la DIE ha elaborado 3 documentos que son parte del modelo y que servirán como guía para la formulación, diseño e implementación de dicho modelo: (i) Estructura del modelo para realizar Evaluaciones de Impacto de Instrumentos Financieros de CTI, (ii) Guía de Indicadores de Línea de Base y (iii) Equivalencia entre la teoría de cambio y el Árbol de Problemas y Objetivos.

El presente documento desarrolla la guía de indicadores de línea de base que será parte del Modelo de Evaluación de Impacto de instrumentos financieros en CTI otorgados por el FONDECYT, de modo que estos puedan ser incluidos en el diseño de las bases de los instrumentos. Se espera que esta guía permita dar el sustento técnico a cada indicador de línea de base y cómo este se relaciona con la teoría de cambio. Asimismo, se espera que el área encargada de realizar la convocatoria utilice la presente guía para recoger los diversos indicadores de línea de base a partir de las fuentes disponibles y los sistematice en una base de datos que luego serán de utilidad para el Modelo de Evaluación de Impacto. Para ello se propone una ficha para cada indicador que permita conocer la fuente donde se puede obtener, la forma de construirlo, entre otros aspectos relevantes.

La estructura del documento será la siguiente: en primer lugar se presentará el marco teórico de la teoría de cambio que sirve de sustento para los diferentes

1 Índice Global de Innovación 2020

2 Consulta amigable, MEF

instrumentos financieros otorgados por FONDECYT. Asimismo, se desarrollará la teoría de los indicadores de línea de base que deberían ser incluidos en futuras convocatorias de instrumentos financieros. Luego, se desarrollará el marco institucional de los principales instrumentos financieros en CTI, así como del Modelo de Evaluación de Impacto de los instrumentos financieros otorgados por FONDECYT, dentro del cual se encuentra la guía de indicadores de línea de base. Posteriormente, se hará un análisis técnico de cada uno de los indicadores propuestos, centrándose en cómo se relacionan con la Teoría de Cambio a través de la cadena de resultados. Para cada uno de ellos se propondrá una ficha técnica que detalle la identificación del proceso al que pertenece en la cadena de resultados, la forma de calcularlo, entre otros temas. Finalmente, se explicará la forma en que se recogerá la información, las fuentes, la periodicidad, etc., de manera que se planifique el recojo de dicha información desde el diseño del instrumento financiero.

2. Marco Teórico

Los trabajos realizados por Nelson (1969) y Arrow (1962) fueron los primeros en señalar que el conocimiento científico es un bien público, durable y acumulativo. Las condiciones para que un bien sea considerado “público” son que sea no rival, es decir, que el hecho que una persona consuma este bien no impide que otra persona pueda consumirlo a la vez; y que sea no excluyente, es decir, que limitar el acceso para una persona no es posible (o es muy costoso realizarlo). Al mismo tiempo, el hecho que sea un bien durable y acumulativo implica que el uso no desgasta el bien y más bien lo incrementa y mejora. Todas estas características son consideradas “fallas de mercado” en la literatura económica.

Estas dos características del conocimiento científico generan que el beneficio marginal privado sea menor que el beneficio marginal público, provocando que la asignación hecha por el mercado sea sub-óptima, es decir, la cantidad de investigación científica que es financiada por fondos privados será mucho menor a la socialmente óptima. Este es uno de los principales argumentos para el financiamiento público en investigación científica (Chudnovsky et al., 2008; Benavente et al., 2012).

En segundo lugar, está ampliamente discutida en la literatura la importancia de la colaboración y formación de redes de investigación en el desarrollo y difusión del conocimiento científico (Katz y Martin, 1997). En primer lugar, porque la producción científica es mucho mayor cuando investigadores trabajan en grupo comparado a cuando trabajan en solitario (Adam et al., 2005) debido a que la colaboración puede significar un mecanismo de revisión de pares (*peer-review*) lo que incrementa la probabilidad de tener un artículo de alta calidad que sea aceptado para su publicación (Lee y Bozeman, 2005). Por ejemplo, Lee y Bozeman (2005) encuentran una correlación positiva entre la colaboración de investigadores y la productividad de estos, Wuchty et al. (2007) encuentra que artículos con dos o más autores son más citados que artículos de un solo autor; y He et al. (2009) encuentra que la colaboración entre autores está correlacionada positivamente con la calidad del artículo. De este modo, la colaboración entre investigadores permite la creación y difusión del conocimiento, así como el desarrollo de un amplio stock de capital humano por lo que este resulta ser un segundo argumento al financiamiento público en investigación científica.

En tercer lugar, si bien se ha discutido los beneficios tanto sociales como privados que tiene la colaboración entre investigadores, es posible que algunos de los beneficios sociales no sean incorporados en los beneficios privados debido a los costos de transacción (Coase, 1937; Landry y Amara, 1998), lo que genera que la asignación del mercado sea inferior a la socialmente óptima.

Entre los costos de transacción podemos mencionar el de encontrar, establecer acuerdos y coordinar entre equipos de investigación. Esta es una tercera razón que justifica el financiamiento público en investigación científica.

En cuarto lugar, la colaboración entre investigadores puede generar externalidades y con esto un problema de *free-riders* debido a que el esfuerzo individual de un investigador por establecer una colaboración puede ser muy beneficioso para otros investigadores que, sin haber sido parte de la negociación, se unen al equipo o la red de investigadores sin asumir dichos costos de transacción (Jackson y Wolinsky, 1996; Jackson, 2003). Esta sería el cuarto argumento que sustenta el financiamiento público en investigación científica.

En conclusión, resulta necesaria la intervención del gobierno en el campo de la ciencia y la tecnología para que la investigación científica tenga los incentivos necesarios para desarrollarse. Sin embargo, es necesario entrar en detalle en cómo se compone el financiamiento a la investigación científica para comprender los procesos claves detrás de la generación de conocimiento. Para ello, se planteará un modelo de Teoría de Cambio para cada grupo de instrumentos. Luego, se describirán los principales instrumentos otorgados por el FONDECYT y cómo la Teoría de Cambio, a través de la cadena de resultados, permite conocer los posibles efectos causales del instrumento y los indicadores necesarios para medir dichos efectos.

2.1. Teoría de Cambio

Como señala Gertler et al. (2016), la teoría de cambio describe el mecanismo causal de cómo un programa o política logrará el objetivo esperado mediante el análisis de las condiciones y supuestos necesarios. Dicho análisis implica comparar a dos grupos (de investigadores, de instituciones, de empresas, etc.), de los cuales uno de ellos recibirá el instrumento financiero (grupo de tratamiento), mientras que el otro no (grupo de control) a través de diversas metodologías que permitan eliminar cualquier tipo de sesgo en la medición.

En base a lo anterior, el primer paso para establecer una teoría de cambio consiste en identificar algún problema o necesidad clave y relevante que requiera cierto tipo de intervención (en este caso, la intervención sería el instrumento financiero de CTI).

Figura 1: Teoría de Cambio



Fuente: Adaptado de Crespi (2016)

Una vez que se han identificado dichos problemas o necesidades se debe analizar cuáles son las causas directas e indirectas de estos ya que, en una lógica causal, si atacamos las causas de un problema, este debería desaparecer o reducirse. Es en esta etapa que resulta necesario tener una visión de la realidad previa a la intervención que se quiere realizar mediante el instrumento, el cual se obtiene a través de una encuesta de línea de base u algún otro medio de recojo de información a través de fuentes secundarias (bases de datos previamente identificadas). Luego, el hecho de atacar las causas del problema implica plantear una o varias soluciones que pueden ir en paralelo (independientes entre sí) o en conjunto (buscando sinergias entre ellas). Una vez que se han establecido las posibles soluciones es que se debe formular una teoría de cambio que acompañe el desarrollo, implementación, monitoreo y evaluación de la política (en este caso, un instrumento financiero).

Figura 2: Estructura de la Cadena de Resultados



Fuente: Gertler et al. (2016)

La formulación de la teoría de cambio de un instrumento debería realizarse al inicio de este, siendo lo óptimo reunir a las partes interesadas para que en conjunto se determinen los objetivos del programa, así como el funcionamiento y la posterior evaluación de este. En este punto resulta indispensable definir la forma en que se realizará la evaluación del instrumento y los indicadores con los cuales se hará la evaluación, de modo que se determine la factibilidad de obtenerlos, así como el continuo seguimiento (levantamiento y monitoreo) de estos. Es importante señalar que el recojo de información puede implicar una gran inversión de tiempo y recursos por lo que lo ideal es recoger la mayor cantidad de información en la línea de base y que estos datos puedan ser actualizados de una forma relativamente sencilla a través de la consulta en fuentes secundarias (veremos más al respecto en una siguiente sección).

Una de las distintas formas de plasmar la teoría de cambio es a través de la cadena de resultados (instrumento recomendado por el Banco Mundial³) debido a que permite describir de una forma clara y sencilla los mecanismos a través de los cuales una secuencia de insumos, actividades y productos relacionados directa e indirectamente con el instrumento a evaluar interactúan y establecen las vías por las que se obtendrán los impactos esperados.

Los principales elementos de la cadena de resultados son:

³ Una descripción mucho más detallada de lo mencionado a continuación se puede encontrar en Gertler et al. (2016)

- a. *Insumos*: los recursos de que dispone el proyecto, que incluyen el personal y el presupuesto.
- b. *Actividades*: las acciones emprendidas y el trabajo realizado para transformar los insumos en productos.
- c. *Productos*: Los bienes tangibles y servicios que producen las actividades del programa y que recibe la población objetivo con el fin de generar un cambio.
- d. *Resultados*: los resultados que se espera alcanzar una vez que la población se beneficie de los productos del proyecto
- e. *Impactos*: (también llamados resultados finales) son los objetivos finales del proyecto, los cuales pueden estar influidos por múltiples factores y se alcanzan normalmente después de un largo período.

Los componentes de la cadena de resultados antes descritos pueden ser agrupados en tres partes principales:

- a. *Implementación*: está compuesta por todas las partes que son 100% atribuibles al programa y a la institución que se encargará de implementarlo. Permiten medir el desempeño del programa.
- b. *Resultados*: se compone por los resultados e impactos que no dependen al 100% del programa sino también de cómo reaccionen los beneficiarios del programa al estar expuestos a este. Permiten medir la efectividad del programa
- c. *Suposiciones y riesgos*: hacen referencia a los riesgos o posibles sesgos que pueden afectar la realización de los resultados esperados y a cualquier estrategia para enfrentar dichos riesgos. Se espera que al utilizar una metodología de evaluación de impacto rigurosa se minimicen dichos riesgos a través de algunos supuestos.

2.2. Instrumentos Financieros ofrecidos por FONDECYT

Desde hace varios años, el FONDECYT ha venido implementando diversos instrumentos financieros con el objetivo de corregir las diversas brechas relacionadas a CTI existentes en el Perú respecto a otros países. Estos instrumentos fueron diseñados siguiendo la metodología del marco lógico pero dejando de lado un aspecto clave: no se ha pensado en un modelo de evaluación de impacto que incluya un set de indicadores (línea de base, seguimiento y evaluación) que deberán ser recogidos tanto al momento de la convocatoria (línea de base), durante la implementación del instrumento financiero (seguimiento) y luego de cierto tiempo posterior a la implementación de este (evaluación).

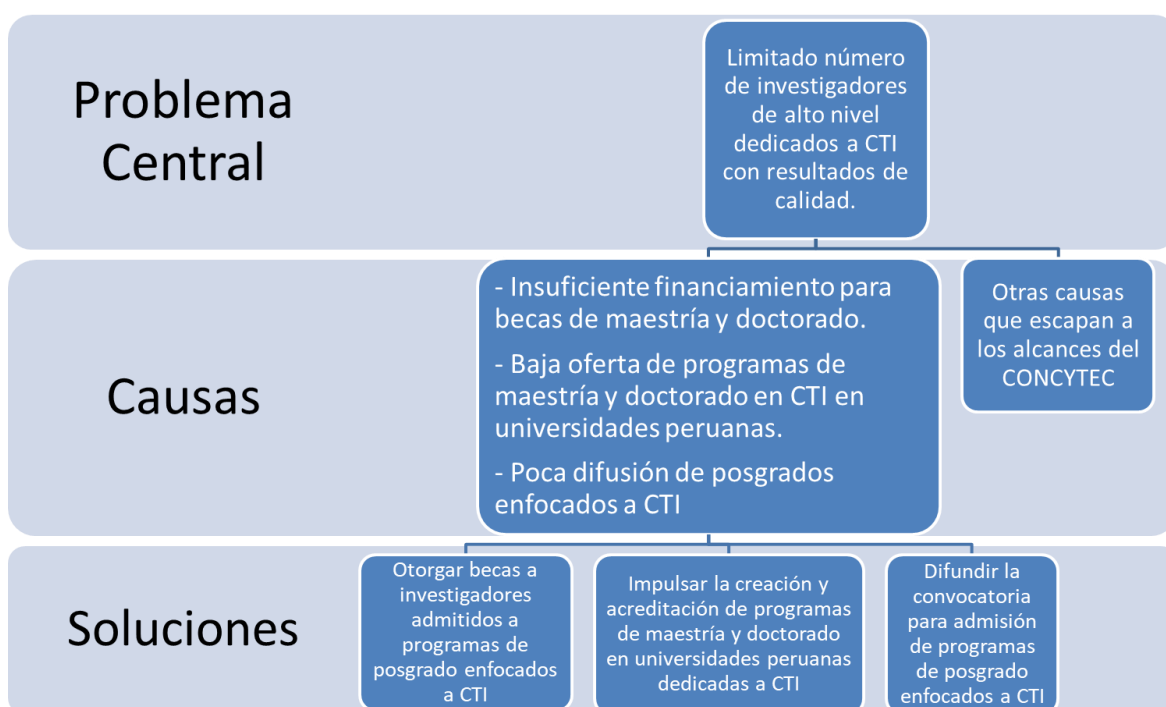
A continuación, se hará una descripción de los principales problemas/necesidades, así como las causas para tres grupos de instrumentos

financieros implementados por FONDECYT: becas y pasantías, investigación científica y de innovación tecnológica.

2.2.1. Becas para Programas de Posgrado

Como se mencionó anteriormente, la teoría de cambio nos permite identificar que uno de los problemas centrales en el campo de la Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI) de nuestro país es el limitado número de investigadores de alto nivel dedicados a CTI. Se identifican como causas el insuficiente financiamiento que actualmente existe para cubrir los costos de matrícula y manutención en maestrías y doctorados, tanto en el Perú como en el extranjero. Además, actualmente el número de escuelas de posgrado de alta calidad que ofrecen programas de maestría y/o doctorado en áreas priorizadas de CTI aún es bajo. Por último, muchas veces las convocatorias para postular a este tipo de programas no son tan difundidas por lo que su alcance es limitado.

Figura 3: Teoría de Cambio



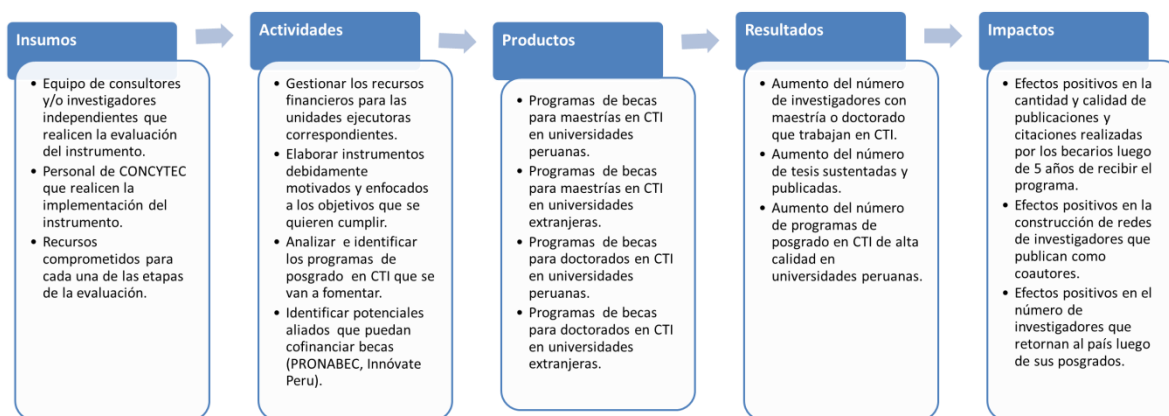
Fuente: Elaboración propia

Frente al problema antes descrito, se plantean tres posibles soluciones: en primer lugar, financiar por medio de becas a investigadores admitidos a programas de maestría y doctorado orientados a CTI en universidades peruanas o extranjeras de alto nivel. En segundo lugar, se debe trabajar en conjunto con las principales escuelas de posgrado del país para la creación y/o acreditación de nuevos programas de maestría y doctorado orientados a

sectores claves de CTI previamente identificados donde existe una brecha importante de capital humano. Por último, se debería usar las plataformas de difusión para aumentar el alcance de las convocatorias para programas de maestría y doctorado en CTI tanto en el Perú como en el extranjero.

A través de la cadena de resultados, se muestra cómo los instrumentos financieros otorgados por FONDECYT permitirán aumentar el número de investigadores con maestría y doctorado que trabajan en CTI, aumentar el número de tesis sustentadas y publicadas, y aumentar el número de programas de posgrado en CTI de alta calidad en universidades peruanas. Se espera que dichos instrumentos tengan efectos positivos sobre la cantidad y calidad de publicaciones y citas realizadas por los beneficiarios de los programas en un horizonte temporal de hasta 5 años después del otorgamiento de la beca. Asimismo, se espera que haya un efecto positivo sobre el número de investigadores que regresan al Perú luego de culminar sus estudios de maestría/doctorado.

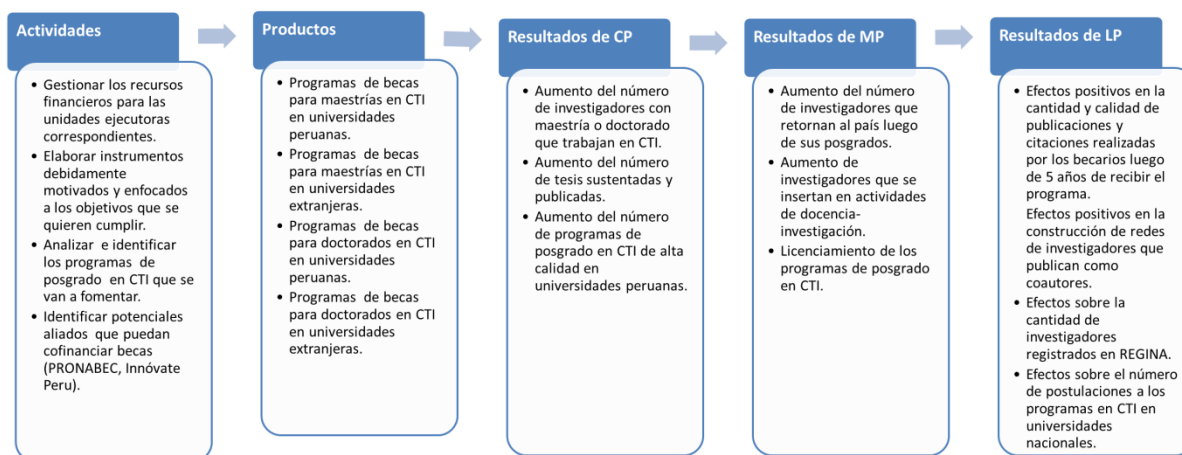
Figura 4: Cadena de Resultados (1)



Fuente: Elaboración propia

Otra forma de plantear la cadena de resultados es clasificarlos en resultados/efectos de corto, mediano y largo plazo. Mediante esta diferenciación se puede establecer un horizonte de intervención mediante el cual se delimita el tiempo en que cada resultado podrá ser observado por la evaluación, esto debido a que algunos indicadores pueden tomar más tiempo en madurar y observar en ellos un efecto significativo.

Figura 5: Cadena de Resultados (2)



Fuente: Elaboración propia

A la par que se identifica la teoría de cambio y la respectiva cadena de resultado, es necesario establecer la metodología que se usará para hacer la evaluación de impacto debido a que esta puede plantear la realización de ciertas tareas en los diferentes estadios de la implementación del instrumento. En primer lugar, *resulta de suma importancia la necesidad de conocer la situación de los principales indicadores sobre los que vamos a realizar la medición del instrumento*. Esto se debe a que, si queremos establecer una cadena causal entre recibir el instrumento y el cambio en alguno de estos indicadores, tenemos que asegurarnos que, en ausencia del instrumento, no observaríamos ningún cambio⁴.

En general, la literatura que analiza el efecto de becas universitarias (en este caso de posgrado) coincide en que la mejor metodología es la “regresión discontinua”, en la que supone que la asignación de las becas se realizó a partir de un indicador previamente bien definido (puede ser un índice construido a partir de diferentes indicadores sobre los que se quiera priorizar). Al usar dicho índice, se establece un “punto de corte” arbitrario, a partir del cual se realiza la asignación de las becas, es decir, todos aquellos postulantes que obtengan un puntaje por encima de dicho umbral reciben el instrumento, mientras que los que se ubicaron por debajo de dicho umbral no lo reciben. La

⁴ Este es el llamado “contrafactual”, el cual puede ser aproximado a partir del grupo de control cuando se aplica alguna metodología rigurosa de evaluación de impacto.

evaluación de impacto se realiza a partir de los postulantes que se ubicaron “en la vecindad del umbral”, teniendo un grupo de tratamiento (los que recibieron la beca) y un grupo de control (los que no la recibieron).

Sin embargo, para poder utilizar esta metodología es imperativo que se establezcan cuáles serán los criterios que se usarán para realizar la asignación de las becas e incluirlos en las bases de la convocatoria. Asimismo, es necesario que se haga un trabajo de levantamiento de dicha información a todos los postulantes al momento del envío de sus solicitudes, con lo cual se obtendrá nuestra muestra de línea de base”.

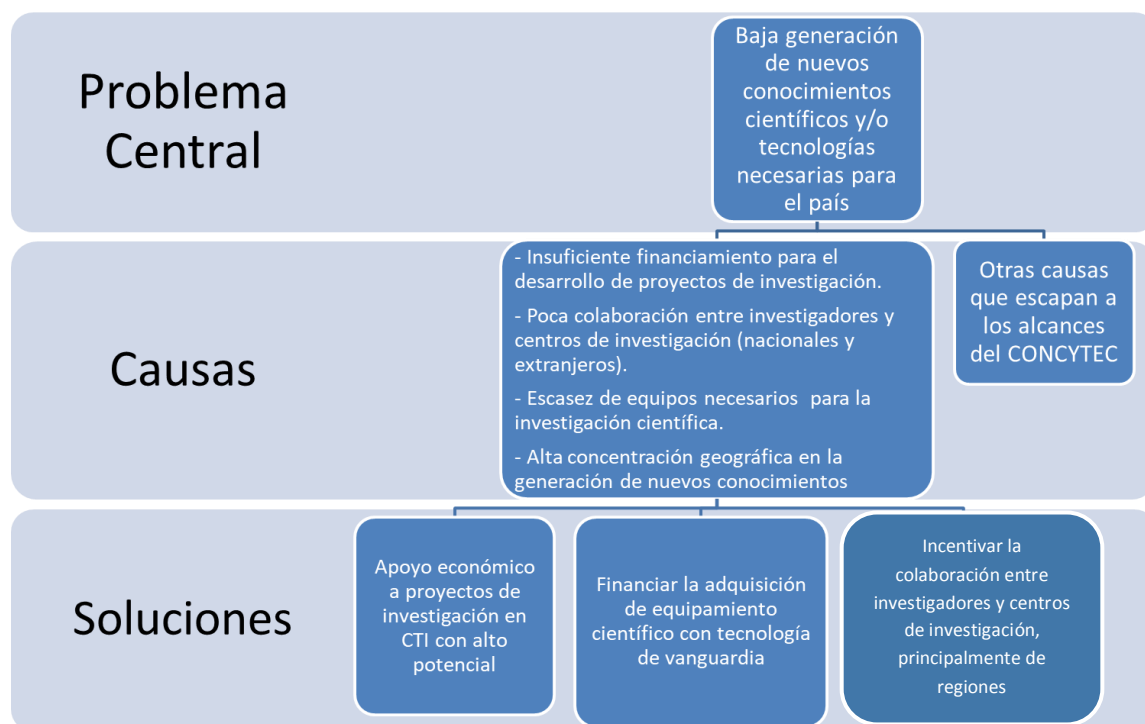
Finalmente, los impactos se deberán medir luego de un determinado espacio de tiempo, para lo cual se requerirá un nuevo esfuerzo de levantamiento de información, ya sea a través de fuentes primarias (encuestas a los beneficiarios como a los no beneficiarios) como fuentes secundarias (bases de datos administrativas u obtenidas a partir de sistemas bibliográficos). Sin embargo, debido a la gran inversión que implica el levantamiento de información lo recomendable es recoger la mayor cantidad de información de fuentes primarias que sean actualizables de forma sencilla, así como de alguna encuesta de línea de base cuando no se pueda obtener de otra forma los indicadores necesarios.

2.2.2. Investigación Científica

Otro de los problemas identificados es la baja generación de nuevos conocimientos científicos y/o tecnologías necesarias para el país. Una primera causa, y en sí misma un problema, es la falta de capital humano de alto nivel que se dedique a la investigación científica. Otras de las causas identificadas son el insuficiente financiamiento para el desarrollo de proyectos de investigación en CTI así como la poca colaboración entre investigadores y centros de investigación (tanto nacional como extranjero). Por otro lado, la escasez de equipos necesarios para la investigación es un factor limitante para el despegue de proyectos intensivos en el equipamiento científico especializado. Finalmente, también se ha identificado que hay una alta concentración de investigadores dedicados a CTI en la ciudad de Lima, provocando que en las regiones se haga poca investigación científica.

Frente al problema antes descrito, se plantean tres posibles soluciones: en primer lugar, brindar apoyo económico a proyectos de investigación en CTI con alto potencial. En segundo lugar, se debe trabajar en conjunto con las principales escuelas de posgrado del país para financiar la adquisición de equipamiento científico con tecnología de vanguardia. Por último, se deben generar incentivos para motivar la colaboración entre investigadores y centros de investigación, principalmente entre Lima y las regiones.

Figura 6: Teoría de Cambio



Fuente: Elaboración propia

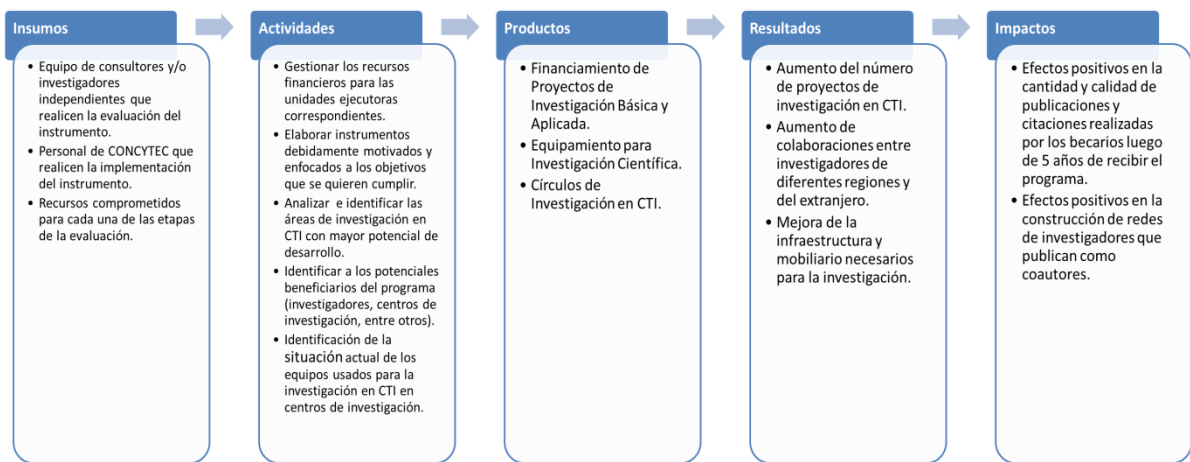
La cadena de resultados identifica que los instrumentos financieros que entran en esta categoría son:

- a) Financiamiento de Proyectos de Investigación Básica y Aplicada.
- b) Equipamiento para Investigación Científica.
- c) Círculos de Investigación en CTI.

Se espera que con la correcta implementación de estos productos aumente el número de proyectos de investigación en CTI que se realizan en el Perú, así como el número de colaboraciones entre investigadores de diferentes regiones del país y del extranjero y que mejore la infraestructura y el mobiliario necesarios para la investigación. Además, en un horizonte de tiempo más largo, alrededor de 5 años desde la implementación de los programas, se espera encontrar efectos positivos sobre la cantidad y calidad de publicaciones y citas realizadas por los beneficiarios de los programas, y sobre la

cantidad de colaboraciones hechas por los investigadores que recibieron el programa.

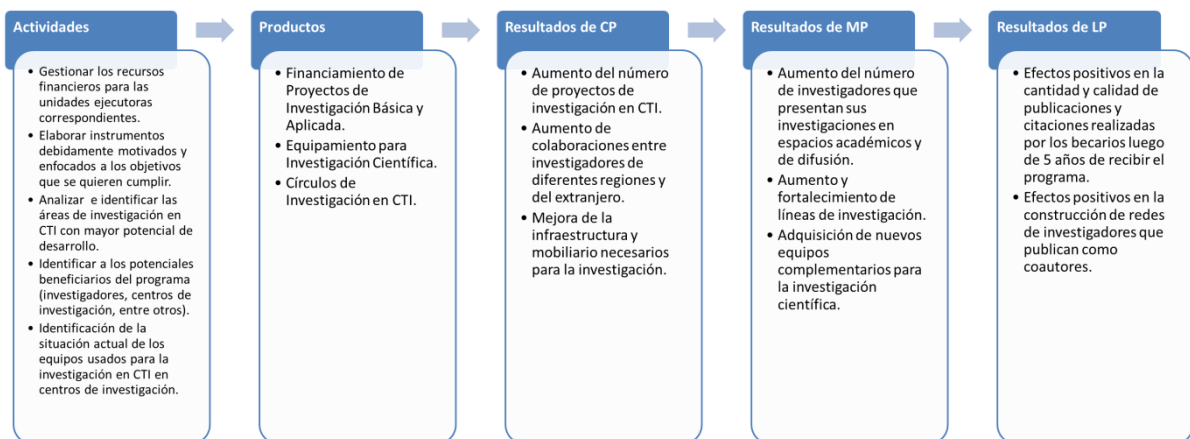
Figura 7: Cadena de Resultados (1)



Fuente: Elaboración propia

Tal cual se mencionó anteriormente, otra forma de plantear la cadena de resultados es separar estos según el momento en el tiempo que se espera observarlos: corto, mediano y largo plazo.

Figura 8: Cadena de Resultados (2)



Fuente: Elaboración propia

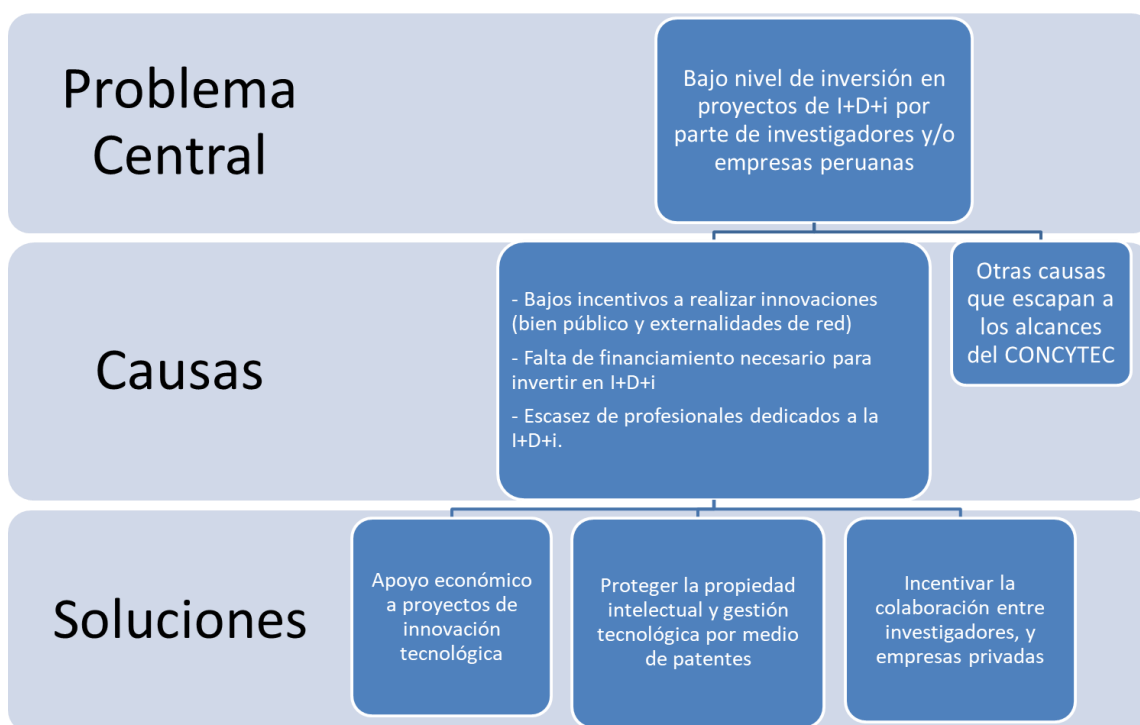
Respecto a la metodología sugerida para la evaluación de impacto de este tipo de instrumentos, se recomienda utilizar una combinación de dos métodos ampliamente difundidos en la literatura: “*propensity score matching*” y

“diferencias en diferencias”. El primero permitirá construir grupos de tratamiento (reciben el instrumento) y de control (no reciben el instrumento) comparables entre sí (en variables no observables), mientras que el segundo permitirá corregir la estimación por diferencias previas entre ambos grupos.

2.2.3. Innovación Tecnológica

Se ha establecido como el problema central a ser abordado por los instrumentos financieros de innovación tecnológica al bajo nivel de inversión en proyectos de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) por parte de investigadores, centros de investigación y empresas peruanas. Entre las causas encontradas a este problema se encuentran los bajos incentivos a realizar innovaciones, lo cual se explica por la naturaleza de bien público de la innovación, las externalidades de red y las fallas de coordinación. Asimismo, existe un insuficiente apoyo para la realización de proyectos de I+D+i, tanto del sector privado como del sector público. Finalmente, otra causa sería la escasez de profesionales dedicados a tiempo completo a proyectos de I+D+i, lo cual limita enormemente el despegue de estos.

Figura 9: Teoría de Cambio



Fuente: Elaboración propia

La cadena de resultados muestra que los instrumentos financieros que son parte de esta clasificación son:

- a) Proyectos en Temas Estratégicos CYTEC.
- b) Proyectos de I+D+i con participación internacional CDTI España.
- c) Registro de Patentes PCT.
- d) Proyectos de Aceleración de la Innovación.

Se espera obtener como resultado un aumento en la realización de eventos que permitan difundir los resultados de los proyectos de innovación, así como la creación de redes internacionales de innovación y un aumento en el número de patentes registradas. Finalmente, después de un determinado período desde la entrega de los instrumentos se espera encontrar efectos positivos en la inversión en I+D+i por parte de las empresas, así como un aumento de sus ventas, explicado por la introducción de nuevos productos, la apertura a nuevos mercados y la diversificación de dichos productos.

Figura 10: Cadena de Resultados (1)



Fuente: Elaboración propia

Los resultados antes mencionados se pueden diferenciar según el momento en el que se esperan observar: corto, mediano y largo plazo. A continuación, se muestra una forma alternativa de presentar la cadena de resultados para los instrumentos de innovación tecnológica.

Figura 11: Cadena de Resultados (2)



Fuente: Elaboración propia

Respecto a la metodología para la evaluación de impacto de este tipo de indicadores, se recomienda, al igual que con los instrumentos de investigación científica, utilizar las técnicas de “*propensity score matching*” y “diferencias en diferencias”.

2.3. Indicadores de línea de base

Como se mencionó al inicio de esta sección, es necesario establecer una línea base que sirva como guía para evaluar los objetivos, el funcionamiento y los resultados de los programas propuestos. La evaluación de la investigación actualmente sirve para la asignación de recursos, como instrumento para conocer y medir los diversos impactos que produce, además de la elaboración de políticas y programas (Carrera, 2009). Su importancia puede verse desde muchas perspectivas pero en esta ocasión se dará énfasis en la financiación de la investigación y la promoción de los investigadores.

Autores como Carrera (2009), plantean realizar la evaluación de la investigación en tres diferentes momentos: evaluación previa o ex ante, evaluación de proceso o simultánea y evaluación posterior o ex post. La evaluación previa hace una aproximación al potencial que tiene un investigador, un programa, un proyecto o una institución basándose en todos sus resultados obtenidos, su experiencia previa y su CV profesional antes de su postulación ya sea de un tema en específico o considerando las capacidades del entorno; la evaluación de proceso se refiere a las evaluación que se realizan en el intermedio de un proyecto, para comprobar el correcto desarrollo de un determinado plan de trabajo y ver qué dirección está tomando, de modo que se puedan efectuar cambios y tomar acciones correctivas. La evaluación posterior se realiza en base a los resultados logrados ya sea a nivel científico o de los investigadores, y permite medir si se lograron los objetivos establecidos, si los fondos destinados fueron aprovechados para tomar decisiones sobre futuras asignaciones de recursos para la investigación. Sin embargo, otros autores plantean diferentes métodos de evaluación como Medina (2005) que plantea una muy parecida a la de Carranza solo basándose

en la evaluación posterior o Huertas y Vidal (2007) que plantea una evaluación más avanzada.

Medina (2005) a través de la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) plantea un “modelo genérico de protocolo para la evaluación de Centros de I+D”; mientras que Huertas y Vidal (2007), a través de la Agencia para la Calidad del Sistema Universitario de Cataluña (AQU) en la “Guía de evaluación de centros de I+D” evalúa según distintos criterios como el momento que se lleva a cabo la evaluación (ex ante, de seguimiento y ex post), según las partes implicadas (interna y externa) y la finalidad del centro (formativa y sumativa). Tomando en cuenta ambos trabajos como referencia, se propone un modelo de indicadores de línea de base para la evaluación de impacto de los diferentes instrumentos financieros otorgados por el FONDECYT. El modelo planteado se dividirá en 3 categorías: indicadores de estructura, indicadores de proceso e indicadores de producción y evaluará tanto a las instituciones u organismos que se presenten como a los investigadores a nivel individual en cada instrumento financiero propuesto.

El modelo propuesto buscará establecer indicadores que permitan medir la calidad de la investigación o innovación realizada hasta el momento de la convocatoria por parte del investigador(es), centro de investigación o empresa de innovación, establecer herramientas para la planificación y el desarrollo de políticas científicas, mostrar la competitividad de la actividad científica, demostrar la eficiencia de los sistemas de I+D, medir el avance y el resultado basado en el logro de intervenciones específicas, señalar en que parte del proceso se encuentra, así como facilitar el análisis y la toma de decisiones respecto a la gestión y los resultados esperados. Dicho modelo se explicará detalladamente más adelante.

2.3.1. Indicadores de estructura

Como se señaló en la subsección previa, a partir de Carrera (2009) y Huertas y Vidal (2007) diremos que estos indicadores buscarán hacer una evaluación ex ante, es decir de todos los logros y experiencia obtenida antes de la convocatoria donde se tomará en cuenta el perfil del candidato o de la institución según cada instrumento financiero. Esta evaluación tiene como fin favorecer la transparencia y la imparcialidad, analizar la adecuación y posibilidades del éxito del centro, y brindar instrumentos que sirvan para el análisis y evaluación ex post de los resultados esperados. En esta sección se considerarán cuatro aspectos fundamentales basándose en los 3 autores previamente mencionados: la calificación del personal o institución, las facilidades que tenga el postulante o la institución, la capacidad científica y la organización económica-administrativa. La Figura 12 resume estos indicadores.

Como primer aspecto está la calificación del personal la cual medirá las capacidades previas, la experiencia y flexibilidad de los investigadores. Estas características darán una demostración del CV profesional y una orientación hacia su campo de trabajo, también incluye los reconocimientos o premios obtenidos, pasantías o estancias realizadas y su campo de estudio de interés. Otro aspecto es la evaluación de las facilidades donde se considerará la infraestructura obtenida como laboratorios, oficinas, aulas, etc., la instrumentación con equipo necesario o acceso a estos ya sea mediante alianzas con otros centros o su capacidad de adquisición, que cuenten con personal calificado y con espacio disponible para realizar proyectos; En cuanto a la capacidad científica, esta medirá la capacidad para abordar nuevas líneas de investigación, la viabilidad y actividad de las líneas existentes y la capacidad de competición en el medio. Por último, la organización económica – administrativa medirá la capacidad para atraer financiación ya que este es el elemento más importante para acceder a fondos tanto nacionales como internacionales, el grado de autonomía de gestión, la capacidad de definir políticas científicas propias y el nivel de burocratización. Este tipo de indicadores, además, analizarán otros factores estructurales que puedan dificultar la obtención de resultados deseados por parte del programa.

Figura 12: Indicadores de estructura



Fuente: Elaboración propia

2.3.2. Indicadores de proceso

Carrera (2009) y Medina (2005) también plantearon realizar una evaluación de la actividad la cual se resumirá en la Figura 13. Estos indicadores buscan medir la actividad de las líneas de investigación que se desarrollan, la relevancia y el impacto que estas generan en el campo científico, social o tecnológico ya sea a nivel nacional o internacional, además de la integración, la difusión (divulgación) y la transferencia de sus resultados (publicación, promoción, etc.). También se miden las actividades de formación, supervisión y la coherencia de su planificación y de los programas científicos. Al igual que los indicadores de estructura, los indicadores de proceso se pueden usar tanto para una evaluación ex ante, como de seguimiento.

Como se mencionó en el párrafo anterior, si bien la gran mayoría de indicadores que se plantearán detenidamente más adelante también se pueden utilizar para realizar una evaluación de seguimiento una vez que se está implementando el instrumento financiero de CTI, solo se utilizarán estos indicadores al momento de la convocatoria para hacer la medición de los logros y la experiencia previa, lo que permitirá obtener el perfil del candidato o de la institución según cada instrumento financiero, lo que ayudara a favorecer la transparencia y buscar la adecuación y las posibilidades del éxito del proyecto (Huertas y Vidal, 2007).

Figura 13: Evaluación de proceso



Fuente: Elaboración propia

2.3.3. Indicadores de producción

Carrera (2009) y Medina (2005) también proponen usar indicadores de producción con los cuales se mida la productividad que ha tenido un investigador o una institución. Al igual que los indicadores de proceso, los indicadores que serán planteados en esta sección también pueden ser de seguimiento y ex post en algunos casos (estos servirían para medir grado de logro de los objetivos que fueron fijados una vez que se complete la actividad); sin embargo, en este modelo los indicadores solo serán evaluados al momento de la convocatoria en base a la medición de sus logros, de sus capacidades y experiencia previa para complementar el perfil del candidato o de la institución según cada instrumento financiero.

Los indicadores de producción miden la productividad global en relación a los medios materiales y humanos disponibles, la cualificación de sus publicaciones (número, calidad, repercusión), el nivel de visibilidad (patentes generadas, nivel de citación, etc.) y difusión (cooperación con otros investigadores o centros, participación en congresos, etc.) tanto a nivel nacional como internacional.

3. Marco Institucional

El Consejo Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (CONCYTEC) como ente rector del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación Tecnológica (SINACYT), a través de la Dirección de Investigación y Estudios (DIE), viene ejecutando un conjunto de acciones orientadas a realizar investigaciones, estudios técnicos y evaluaciones de impacto económico que permitan determinar el estado de situación en materia de CTI para orientar la formulación de políticas, planes y programas de CTI, tal como se indica en el Reglamento de Organización y Funciones (ROF) en su artículo 51, literal a).

Asimismo, en aras de cumplir con el literal d) del artículo 48 del ROF es necesario que en el diseño de instrumentos financieros en CTI se implemente la Teoría de Cambio con el fin de identificar la cadena de resultados y dentro de esta a cada uno de los indicadores de línea de base, seguimiento, de resultados y de impacto.

Para ello, se planteó la modificación del literal g) del numeral 5.1 de la Directiva N° 04-2017-CONCYTEC-DPP para incluir la cadena causal de resultados por tipología de indicadores, tal como se señala en la Tabla 1. Este diseño muestra a la cadena de resultados en las filas, mientras que los diferentes tipos de indicadores del Modelo de Evaluación de Impacto corresponden a las columnas.

Tabla 1: Cadena Causal de Resultados por Tipología de Indicadores

	Indicadores de línea de base	Indicadores de seguimiento	Indicadores de resultados	Indicadores de impacto
Necesidades o Problemas				
Insumos o Actividades				
Productos				
Resultados				
Resultados finales o impactos				

Asimismo, se planteó que cada indicador considerado en la Tabla 1 debía tener una ficha técnica (Tabla 2) que permitiera uniformar e identificar cada uno de los indicadores que serán usados en la evaluación del instrumento financiero. Dicha ficha debe indicar el tipo de indicador (línea de base, seguimiento, resultados, impacto)⁵, el nombre completo, el proceso de la cadena de resultados que afecta, la forma de cálculo, la fuente, el medio de verificación, la unidad responsable de recolectar el indicador, la periodicidad con la que debe ser obtenido, retraso para obtener los datos actualizados (de ser el caso), la entidad a la cual debe ser solicitado y las desagregaciones que puedan derivarse de dicho indicador.

Tabla 2: Ficha Técnica de Indicador

Nombre del indicador	
Definición	
Tipo de indicador	Línea de Base (); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	
Entidades responsable de la Información (Institucion - Dirección - Area)	
Frecuencia de recojo de la información	
Desagregaciones	

En ese contexto, la DIE en cumplimiento de su Plan Operativo Institucional del 2020 programó la elaboración del Modelo de Evaluación de Impacto para instrumentos financieros otorgados por FONDECYT, en aras de generar evidencia científica que sean de utilidad para el SINACYT y los tomadores de decisión de política pública. Para ello, se requiere la elaboración de una Guía de Indicadores que sea parte del modelo de evaluación de Impacto de Instrumentos Financieros en CTI.

A continuación, se resumirá y detallarán los desafíos para la evaluación de algunos de los instrumentos financieros implementados por FONDECYT:

a. Instrumentos de Becas: Programas de Maestría/Doctorado en Universidades Peruanas/Extranjeras

Se ha identificado como problema central el bajo número de investigadores que trabajan en nuestro país en la generación y transferencia de conocimiento científico-tecnológico. Asimismo, se evidencia que existe una alta concentración geográfica de los pocos investigadores y además un bajo

⁵ Es posible que un mismo indicador pueda ser utilizado en más de una parte de la cadena de resultados y/o ser de más de un tipo.

número de programas de maestría/doctorado en Ciencia y Tecnología. Frente a este problema se diseñaron estos instrumentos financieros que buscan “incrementar la masa crítica de investigadores con grado de magíster/doctor dedicados a actividades de investigación...”.

La población objetivo resulta ser las universidades peruanas tanto públicas como privadas que cuentan con programas de maestría/doctorado orientadas a la excelencia académica y que atiendan las áreas definidas por el CONCYTEC.

Sin embargo, este instrumento tiene diferentes problemas que limitan la aplicación de una estrategia de evaluación de impacto. En primer lugar, el programa está dirigido a las escuelas de posgrado, no a los postulantes, lo cual implica que el objetivo principal es crear y fortalecer la calidad de los programas y en segundo lugar la formación de nuevos magísteres/doctores. En segundo lugar, dado que quien postula y recibe los instrumentos son las escuelas de posgrado y no los futuros investigadores, cada universidad puede establecer sus propios criterios para la asignación de vacantes y becas, los cuales pueden no ser tan transparentes si es que no hay un mecanismo claro de supervisión. En tercer lugar, y el más importante, es que, tal como están propuestos estos instrumentos, no es posible la evaluación de impacto causal. Se recomienda que los instrumentos sean rediseñados.

Una posible reestructuración de los instrumentos sería que el público objetivo sean alumnos admitidos a programas de maestrías o doctorados de universidades previamente seleccionadas por CONCYTEC y que sea este organismo el encargado de seleccionar quiénes reciben las becas a partir de criterios claros y objetivos como podría ser un puntaje estandarizado.

b. Instrumentos de Investigación Científica: “Proyectos de Investigación Básica y Aplicada”, “Equipamiento para investigación Científica” y “Círculos de Investigación en Ciencia, Tecnología e Innovación”

Estos instrumentos delimitan muy bien el problema central y establece un mecanismo por el cual se espera eliminarlo. Los indicadores que se plantean guardan relación con la teoría de cambio por lo que se debe procurar recoger la información necesaria en cada momento del proyecto (antes, durante y después de la implementación) a través de un protocolo previamente establecido. Se considera que es factible la evaluación de impacto de este instrumento, aunque como este ya se ha venido implementando desde hace años, la factibilidad dependerá de cómo se ha trabajado el protocolo de recojo de información en el pasado. Sin embargo, para las futuras convocatorias si se puede establecer un plan de acción para sentar las bases para una eventual evaluación de impacto en el futuro.

c. Instrumentos de Innovación Tecnológica: “Proyectos en Temas Estratégicos CYTEC”, “Proyectos de I+D+i con participación internacional CDTI España”, “Registro de Patentes PCT”, “Proyectos de Aceleración de la Innovación”

Estos instrumentos plantean soluciones para dos actores: investigadores que se dedican a proyectos de innovación y a empresas que realizan inversiones en I+D+i. Sólo uno de ellos aplica para ambos actores. Sin embargo, el objetivo final que persiguen es aumentar la inversión en proyectos de I+D+i, por lo que la medición de los impactos de estos instrumentos es posible siempre y cuando se disponga de información sensible para las empresas (ventas, gastos, etc.). Una primera estrategia para obtener estos datos sería incluir cuestionarios que deban llenar todos los que postulen a algunos de los instrumentos ofrecidos por FONDECYT (de este modo obtendríamos nuestra línea de base). Para los datos que se usarán para la medición del impacto causal se puede buscar colaboraciones con otras instituciones públicas (como el Ministerio de Producción, el Instituto Nacional de Estadística e Información) en la elaboración de encuestas representativas de empresas a nivel nacional que incluyan preguntas sobre I+D+i.

4. Indicadores de Línea de Base

En esta sección se hará un análisis técnico de los indicadores de línea de base, los cuales serán agrupados en 3 categorías a partir de las propuestas por Carrera (2009), Huertas y Vidal (2007) y Medina (2005): indicadores de estructura, indicadores de proceso e indicadores de producción. Estos indicadores buscan resumir la trayectoria científica del investigador o de la institución que se presenta a acceder a alguno de los instrumentos financieros para así tener una base de datos del estado en que se encuentran los postulantes al momento de iniciar la convocatoria, además de facilitar el análisis y la toma de decisiones respecto a la gestión y a los resultados esperados.

Los diversos indicadores que se plantean pueden ser usados en más de un tipo de instrumento financiero. Becas, Investigación Científica y/o Innovación Tecnológica. Asimismo, en los instrumentos de Becas e Investigación Científica pueden ser otorgados a tanto a personas naturales (becarios, investigadores) como a instituciones (universidades, centros de investigación), mientras que los instrumentos de Innovación Tecnológica son otorgados a instituciones (universidades, centros de investigación, empresas).

Otro asunto relevante a considerar es el lapso de tiempo sobre el cual se deben medir los diversos indicadores. Como se ha mencionado antes, los indicadores de línea de base permitirían conocer la situación de los participantes/ganadores de los instrumentos financieros antes de que estos sean otorgados. Si consideráramos únicamente un año previo a la convocatoria para observar los indicadores es muy probable que no capturemos correctamente la historia previa de cada becario/investigador/institución/empresa ya que muchos de los resultados que queremos medir tienen un largo período de realización (por ejemplo, la publicación de un artículo en una revista indexada, la aprobación de una patente, la obtención de un grado académico, etc.). En el otro extremo, si consideramos un largo período de tiempo previo a la convocatoria para observar nuestros indicadores del línea de base tendríamos dos potenciales problemas: (i) los datos puede que no estén disponibles para períodos tan largos (10 años por ejemplo) (ii) que sólo estén disponibles para algunas personas con características específicas (lo que podría generar problemas de sesgo de selección). Esto último puede ser especialmente relevante cuando tenemos a investigadores jóvenes e investigadores con mayor experiencia. Para el caso de los primeros, por estar al inicio de sus carreras, no se tendría información para largos períodos de tiempo, como sí los tendríamos para los segundos. Un punto intermedio a este problema sería tomar un período razonable de tiempo para observar los indicadores de línea de base. En base a la experiencia internacional y a las particularidades de los indicadores que

usaremos se propone un horizonte temporal que abarque los últimos 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero para observar los indicadores de línea de base.

Por último, aunque no menos importante, se recomienda incluir un cuarto grupo de indicadores que, si bien no requieren un análisis técnico y detallado como los anteriores, son necesarios para obtener datos básicos de los postulantes: indicadores sociodemográficos. La utilidad de estos radica en que permiten caracterizar a las personas interesadas en acceder a los instrumentos financieros en base a criterios objetivos y, de este modo, generar un registro interno para la Dirección de Investigación y Estudios (DIE).

4.1. Indicadores de estructura

Los indicadores que se explicaran a continuación son aquellos que evalúan la calificación del personal, las facilidades que tendrá para el correcto desarrollo de investigaciones, la capacidad científica y la organización económica-administrativa.

a) Número de fondos de investigación obtenidos con financiación nacional / financiación extranjera en los últimos 5 años

Como se mencionó anteriormente, la teoría de cambio nos permite identificar que uno de los principales problemas en CTI es el insuficiente financiamiento ya sea para acceder a programas de postgrado o para realizar cualquier tipo de investigación. Actualmente, para que una investigación tenga éxito, dependerá en gran parte de la capacidad que tengan los actores de transformarse según la necesidad económica que exista en el momento; es decir, la habilidad que tengan para desarrollar ideas y proyectos en base a las necesidades que existen en el medio (ya sea en un sector específico o a nivel nacional) ya que muchas de las entidades que financian I+D ponen sus esfuerzos en estas áreas.

La probabilidad de que un investigador acceda a algún tipo de financiamiento, ya sea nacional o extranjero, dependerá de su trayectoria, su visibilidad y su experiencia científica previa, además de la propuesta de investigación que desarrolle. En muchos casos, estos se vinculan con empresas, con instituciones, universidades u otros organismos nacionales o internacionales para poder acceder a los beneficios tales como financiamiento, acceso a infraestructura, equipamiento, etc., hay mayor colaboración a nivel internacional que a nivel nacional, demostrando así que la mayor parte de la investigación es financiada por instituciones extranjeras que invitan a los investigadores peruanos a formar parte de múltiples proyectos (CONCYTEC, 2014).

Frente a este problema, muchas empresas, grupos de investigación y el gobierno de cada país, ofrecen a los investigadores fondos para financiar sus proyectos de investigación según el cumplimiento de ciertos requisitos para poder acceder a ellos. Entre los diferentes tipos de fondos se consideran a los fondos nacionales que incluyen a los fondos propios del centro de investigación o institución y a los fondos provenientes de terceros donde están los fondos públicos concursable (INNOVATE, FONDECYT, PNIA, PNIPA, etc.), los fondos de empresas, fondos de instituciones de educación superior y fondos de instituciones privadas sin fines de lucro; a los fondos internacionales ya sean donaciones extranjeras o fondos concursables, y a los provenientes por concepto de consultorías de I+D.

Finalmente, este indicador nos mostrará la capacidad de un investigador o de una institución de atraer fondos para la realización de proyectos y de innovación frente a las necesidades del mercado, así como su visibilidad y los organismos o instituciones con los cuales ha realizado investigaciones previamente.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, Investigación Científica e Innovación y Transferencia Tecnológica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. Asimismo, se sugiere desagregar este indicador para tener por un lado los fondos obtenidos a través de financiamiento nacional y por otro los que provienen de financiamiento internacional. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

b) Número de tesis asesoradas en los últimos 5 años

En países como el nuestro donde existe una marcada limitación en la generación de producciones científicas, la creación de una tesis significa una oportunidad para futuros investigadores, además de ser parte de un requisito fundamental para obtener un grado académico por lo que es necesario impulsar la creación de una mayor cantidad de investigación científica desde el pregrado. Varios estudios concuerdan con que el asesor de tesis es aquella persona que sirve como influencia en la producción científica estudiantil y que es necesario que los asesores sean personas con interés por la investigación y la enseñanza (Mamani, 2019; Ticse et al, 2014; De La Cruz, 2013). Sin embargo, muchas veces se convierte en un proceso complicado que provoca desmotivación y desinterés por parte del tesista al sentir poco apoyo, desinterés y actitudes negativas de parte de su asesor (Mamani, 2019) lo cual puede generar frustración, demoras en plazos de entrega e incomodidad para la realización de esta (Revilla, 2017; Ticse et al, 2014).

Debido a esto, el proceso de asesoría de una tesis constituye una interacción entre dos personas involucradas en un mismo fin que concluye al momento de la sustentación ante un jurado calificador, donde el asesor debe ser un profesional experto o al menos tener experiencia en investigación para poder dar una buena orientación, debe tener actitudes, habilidades, disposición para orientar y tiempo para realizar el intercambio de información con el tesista (De la Cruz, 2013; Revilla, 2017).

Algunos autores como Mejía et al (2016) demostró la importancia del asesor de tesis en el proceso de culminación del trabajo donde la mayoría de los asesores eran investigadores, lo cual influyó en que los estudiantes sintieran motivación y tuvieran los incentivos para culminar el trabajo; además que se veían mejores resultados en aquellos que elegían al asesor ya sea por tema de afinidad, por conocimiento de su experiencia en el campo de investigación o por referencias acerca de su asesoramiento; En otro estudio realizado por Rosas et al. (2006), se encontró que los investigadores consideran como uno de los factores más importantes el ser asesorados por una persona que demuestre sus destrezas y experiencia en investigación, que aporte ideas, que tenga disposición de brindar críticas constructivas, tiempo para devolver las correcciones de manera regular y que sean persistentes en la tarea de supervisar.

A partir de lo anterior, vemos que existe una necesidad de tener asesores que sean personas competentes, calificados y con experiencia ya que así ayuda a que los investigadores adopten actitudes positivas, y culminen sus investigaciones con éxito. El medir cuántas tesis han sido asesoradas por un investigador como indicador, además de dar una visión acerca del número de nuevas publicaciones que se han hecho, es un indicador que muestra datos acerca de la trayectoria, la calidad y la experiencia del asesor que puede servir para compararlo frente a otros investigadores a la hora de solicitar fondos para investigaciones, o becas para estudios.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica. En ambos casos, deberá ser a nivel de postulante debido a que son los docentes quienes asesoran las tesis. Asimismo, se sugiere desagregar este indicador entre tesis de pregrado y tesis de posgrado. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

c) Número de entidades con los cuales se tienen alianzas o vinculaciones vigentes para realizar actividades de investigación científica

Otro problema en el campo de la Ciencia y Tecnología es el bajo número de lazos o alianzas que tiene una institución (centro de investigación, universidad, grupo de estudio, etc.) o un investigador para realizar proyectos. Según el Censo Nacional a Centros de Investigación realizado en el 2016, el 61.6% de estos tuvo algún tipo de vinculación con universidades, el 36.8% con instituciones del gobierno y el 34.1% con programas gubernamentales de promoción de I+D. Solo el 28.5% de los centros de investigación tuvo alguna vinculación con empresas privadas y un 12% con gremios empresariales, y de las universidades que tuvieron vínculo con empresas privadas, el 34.5% fue para realizar proyectos de I+D y el 28.3% para asistencia técnica (CONCYTEC, 2017). Muchas veces, la dificultad para obtener financiamiento se relaciona con la falta de alianzas o vinculaciones con otras instituciones lo que resulta en la baja productividad científica.

Debido a esto, el establecer alianzas permite tener una mayor oportunidad de visibilidad para obtener financiamiento, personal capacitado y en muchos casos permite la generación de nuevas tecnologías que después se podrán patentar. Las vinculaciones normalmente se realizan entre universidades e institutos, empresas universitarias, incubadoras de empresas, centros de investigación, parques científicos y tecnológicos, empresas o con el gobierno, y se centran en el aprovechamiento de las capacidades que tiene cada institución como producción científica, infraestructura, capacidades para generar propiedad intelectual o la creación de empleos, para hacer un intercambio y así acceder a otros beneficios como recursos financieros, tecnología o materias primas que permitan generar nuevas investigaciones, proyectos o procesos productivos (De Frascati, 2002; López, 2005; Borrego, 2009). El estado en las alianzas funciona como un ente rector quien, a través de políticas y controles, busca fortalecer el sistema nacional de innovación y el desarrollo del país mejorando la productividad y competitividad en el mercado (Medina, 2018).

Además de lo mencionado anteriormente, en una alianza ambas partes se benefician de conocimientos y resultados, se reducen costos y riesgos, y se maximizan los recursos disponibles; De este modo, al vincular dos instituciones o más instituciones para fomentar la actividad investigadora mejora la calidad de la investigación (Fernández, 1999; Sancho, 2002). Estas alianzas generan también movi­lidades estudiantiles tanto nacionales como internacionales y estancias en investigación en diferentes centros o laboratorios lo cual genera en los investigadores mayor experiencia, intercambio de habilidades, mejora su CV profesional y le ayuda a establecer contactos.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, Investigación Científica e Innovación y Transferencia Tecnológica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información únicamente a nivel por institución debido a que las vinculaciones o

alianzas son realizadas entre universidades, centros de investigación o empresas. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

d) Número de pasantías nacionales / internacionales realizadas en los últimos 5 años

Debido a que los trabajos que son realizados en colaboración tienen mayor visibilidad y mayor financiamiento, se ha incrementado el número de estudiantes e investigadores que solicitan movilidad hacia otras instituciones en busca de mejorar sus conocimientos, ganar experiencia e incrementar la calidad de su producción científica. La pasantía es una modalidad de movilidad académica en la que un investigador externo participa en una actividad científica de otra entidad la cual le permite el desarrollo de aptitudes y el fortalecimiento de capacidades de I+D+i.

Este tipo de movilidad académica genera lazos y vinculaciones entre los investigadores y grupos, centros de investigación o instituciones que permiten brindar un intercambio de herramientas, infraestructura y el acceso a nuevas bases de datos; Actualmente, son muchas las instituciones que buscan captar investigadores de otras entidades (ya sean extranjeros o de otras instituciones nacionales de gran prestigio) para que desarrollen temporalmente una transferencia de conocimiento científico, tecnológico e innovador hacia ambas partes.

Se espera así que después de una pasantía, el investigador tenga otra visión del desarrollo de proyectos de CTI, que sea capaz de emplear los conocimientos adquiridos, de enseñar y de replicar nuevas técnicas o metodologías que ayuden a la producción científica, dándole otro enfoque que demuestra mejores resultados ante problemáticas existentes en la situación actual.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, e Investigación Científica. En el caso de postulantes se deberá recoger el número de pasantías que este ha realizado, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número de pasantías que han realizado cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución. Asimismo, se sugiere desagregar este indicador para tener por un lado el número de pasantías nacionales y por otro el número de pasantías internacionales. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

4.2. Indicadores de proceso

Los indicadores que se explicarán a continuación son aquellos que miden el impacto que las investigaciones generan en el campo científico, la difusión y transparencia de los resultados.

a) Número de publicaciones realizadas en los últimos 5 años

Si bien la baja producción científica es una de las razones por las que existe una deficiencia en CTI para el desarrollo del país; en los últimos años se ha visto que el número de publicaciones ha ido en aumento. Desde el 2006, el porcentaje de producciones científicas peruanas creció anualmente un promedio de 15.9% llegando para el 2011 a producir 1116 documentos, lo que posicionó al Perú en el puesto 73 a nivel mundial en producción científica y 8 en Latinoamérica (CONCYTEC, 2014). Hacia el 2017, se superaron los 2700 trabajos anuales y se posicionó en el puesto 7 a nivel de Latinoamérica (CONCYTEC, 2019).

El término “producciones científicas” se refiere a todos los datos relativos a las publicaciones que estén difundidas a través de canales formales y públicos como el número de artículos científicos, libros, revistas, actas de congreso, patentes, etc., las cuales se pueden clasificar por institución y/o autor, disciplina o país; que sirven para establecer indicadores básicos de productividad para la investigación, identificar las redes nacionales e internacionales y describir el desarrollo de campos multidisciplinarios de la ciencia y tecnología (De Frascati, 2002; Carrera 2009; Sancho, 2002). Esta productividad se puede medir según las características propias del investigador (capacidad, inteligencia, perseverancia) o por el medio (la influencia que pueda tener de otros autores, su campo de acción, visibilidad, etc.) en que se desarrolla (Sancho, 2002). De estos datos se puede establecer muchos otros indicadores como la cantidad de citas promedio por publicación, la vida media de estos, la evolución cronológica, medir el impacto o visibilidad que puedan tener en el medio según la fuente en donde se publique, etc. (Sancho, 2002).

Publicar artículos hace que los investigadores mejoren su referencia profesional y su carta de presentación, que tengan mayor acceso a programas de intercambio científico, premios, becas o financiamiento tanto nacional como

internacional; además que ayuda a otros investigadores a acortar su tiempo de su investigación en una misma área haciendo uso de sus resultados y métodos en otras investigaciones (Velásquez, 2015). Para las instituciones, en cambio, la producción de artículos y su publicación sirven como “instrumentos de gestión para la proyección y evaluación de los resultados de la investigación científica” (Gonzales y García, 2008; Ávila y Martínez, 2008).

Como se sabe, las universidades son las instituciones que mayor conocimiento científico producen ya que en su mayoría cuentan con grupos de investigación y laboratorios por lo que es necesario que los resultados sean publicados fuera de esta. Tener mayor difusión hace más reconocida a una institución en el medio y ayuda a la obtención de fondos para la promoción de investigación, enriquece sus mallas curriculares y le da la posibilidad de posicionarse en un mejor lugar en el ranking académico atrayendo a más alumnos y mejor profesorado (Lameda, 2015; Velásquez, 2015).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. En el caso de postulantes se deberá recoger el número de publicaciones que este ha realizado, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número de publicaciones que han realizado cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

b) Cantidad de proyectos realizados por tipo de actividad de I+D en los últimos 5 años

Las publicaciones mencionadas anteriormente se pueden clasificar en 3 actividades de I+D (De Frascati, 2002) las cuales están basados en el propósito o utilidad de la investigación, para establecer comparaciones a nivel internacional y para determinar una cantidad determinada de fondos según cada tipo. La baja productividad científica mencionada ocurre en los 3 tipos de proyectos por igual, por lo cual es necesario saber diferenciar el tipo de investigación que se realiza para destinar mayores esfuerzos en aquellos que tienen deficiencias. Para estos indicadores sólo se considerarán el total de investigaciones realizadas en los últimos 5 años (en base a la categorización del CTI-VITAE) debido a que pueden postular investigadores con más años de experiencia que otros, lo que haría que un investigador joven tenga poca oportunidad frente a un investigador más antiguo por lo que se establece una misma cantidad de años para todos. Además, estos indicadores sirven para medir a postulantes o instituciones que busquen acceder a financiamiento por

instrumentos de becas, como para postulantes o instituciones para acceder a financiamiento por instrumentos de investigación científica. Solo en el caso de proyectos en desarrollo experimental se considerará para acceder a instrumentos de innovación tecnológica.

i. Número de proyectos de investigación básica

Los proyectos de investigación básica son una de las actividades de I+D (De Frascati, 2002). Se les llama así a todos los trabajos experimentales o teóricos orientados a la búsqueda de nuevos conocimientos y campos de investigación que no consideran un fin práctico/específico ni una aplicación inmediata, que a partir de sus resultados puedan surgir nuevos avances científicos (Vargas, 2009) siendo el fin de este tipo de investigación el desarrollo de la ciencia; el cual se puede alcanzar en la perspectiva de su comprensión, explicación o predicción (Rodríguez, 2011)

Además, este tipo de investigación es realizada por científicos que tienen libertad para fijarse en objetivos propios, donde se analizan propiedades, estructuras y relaciones para formular y contrastar hipótesis, teorías o leyes que puedan ser incorporadas en una investigación ya existente ocasionando una reformulación de esta misma. Generalmente estas investigaciones se publican en revistas científicas o se difunden entre colegas interesados, pero no se venden y en algunos casos pueden mantenerse en “confidencialidad” por razones de seguridad. Este tipo de investigación puede estar dirigida a grandes áreas de interés general con el fin de que se pueda lograr un sinfín de aplicaciones en el futuro o para prepararse para la siguiente generación de tecnología en el caso de empresas del sector privado (De Frascati, 2002).

ii. Número de proyectos de investigación aplicada

Este tipo de I+D se refiere a los proyectos que hacen uso de los conocimientos adquiridos de la investigación básica pero que son orientados hacia un fin práctico más o menos inmediato; estos son de mayor precisión en su uso y son devueltos a las áreas de demanda donde podrán ser usados, mejorados o transformados (Vargas, 2009). Este tipo de investigación también determina nuevos métodos u objetivos específicos, considerando todos los conocimientos que existen

previamente y busca la profundización de estos en un intento de solucionar problemas específicos (De Frascati, 2002) necesitando en su mayoría una inversión importante. Su utilidad está en que este tipo de investigación desarrolla ideas y las transforma en algo operativo que en muchos casos terminan siendo patentadas (Rodríguez, 2011; De Frascati, 2002)

iii. Número de proyectos de desarrollo experimental

Este último tipo de I+D se refiere a los trabajos sistemáticos que se basan en el conocimiento básico y aplicado de los trabajos existentes producto de la investigación y/o experiencia práctica; estos están dirigidos a la producción de nuevos productos, materiales o dispositivos y buscan generar nuevos procesos y servicios o a la mejora de los ya existentes (De Frascati, 2002)

Los proyectos de investigación básica y aplicada pueden ser usados en convocatorias de instrumentos de Becas, e Investigación Científica, mientras que los proyectos de desarrollo experimental pueden ser usados adicionalmente en instrumentos de Innovación y Transferencias Tecnológica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. En el caso de postulantes se deberá recoger el número de proyectos de investigación básica/aplicada en que este ha participado, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número de proyectos de investigación básica/aplicada y/o de desarrollo experimental en los que han participado cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

c) Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales / internacionales en los últimos 5 años

Todo investigador debe ser capaz de publicar sus resultados tanto en una revista científica como de poder compartirlos en alguna forma de presentación oral frente a otros colegas. Aquellos investigadores que son invitados a realizar una ponencia en algún congreso, simposio o conferencia es debido a que su información significa un avance importante que merece ser compartido con otros investigadores.

Otro problema identificado es que no muchos investigadores son invitados a realizar presentaciones en este tipo de eventos, o que pese a ser invitados no pueden acudir cuando se realizan en otro país debido a falta de financiamiento

ya que los costos son extremadamente caros para financiarlos solos. A pesar de esto, a los investigadores que logran ser parte de estos eventos se les brinda la oportunidad de difundir sus resultados y darse a conocer, establecer redes de contacto, recibir sugerencias o debatir acerca de su trabajo con otros colegas, aumentar sus conocimientos teóricos y metodológicos y aumentar su posibilidad de poder publicar su investigación en una buena revista (Ruiz y Meroño, 2007); mientras que para las instituciones ser participantes significa ganar visibilidad, generar redes de investigación, atraer a nuevos científicos, gestar futuros proyectos, formar nuevas alianzas y colaboraciones, además de mostrar sus avances científicos y tecnológicos al mundo].

Muchos de estos eventos otorgan premios o reconocimientos a los mejores trabajos presentados y son estos los que ayudan a mejorar el CV profesional de los investigadores y a establecer relaciones profesionales; además son una herramienta para hacer una mayor difusión de los resultados ya sea por el registro que se produce después del congreso o a través de discusiones donde puedan presentar sus puntos de vistas y defender sus hallazgos más recientes frente a colegas que estén interesados en el mismo tema. (Hernández, 2017).

Según Schubert et al (1982), casi el 90% de las investigaciones científicas publicadas en revistas de investigación han sido publicadas previamente en canales informales de comunicación (en su mayoría congresos) y según Ruiz y Meroño (2007), el porcentaje de publicaciones derivadas de estos eventos es mayor al 70%. Esto demuestra que tener presencia en un congreso, simposio o conferencia da mayor oportunidad a los investigadores de publicar en revistas. Respecto a los países que cuentan con mayor participación en conferencias internacionales se encuentran Francia, Alemania, Japón, Italia, Suiza debido a que son países que tienen mayor número de investigadores, mientras que países como Rusia, Australia, India, África, los pertenecientes a América Latina, España y Portugal cuentan con una baja participación a la que también se le atribuye factores además del bajo número de investigadores, a la lengua y a la distancia geográfica (Schubert et al, 1982).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, e Investigación Científica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. En el caso de postulantes se deberá recoger el número de trabajos que este ha presentado en conferencias, simposios o conferencias internacionales, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número de trabajos que han presentado en conferencias, simposios o conferencias internacionales cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

d) *Número de artículos publicados en revistas indexadas en los últimos 5 años*

Lo ideal para obtener una máxima difusión de las investigaciones es publicar el trabajo en una revista incluida en una base de datos de consulta mundial (revista indexada) las cuales tienen como requisito una serie de estándares que buscan garantizar la calidad y valor de su contenido, mejorándolos a través de la revisión por pares. Estas revistas funcionan como un índice temático y especializado, son de libre acceso, tienen mayor visibilidad lo que hace que los autores ganen prestigio, además de estimular la localización de sus pares en otras partes del mundo, las colaboraciones e intercambios científicos, etc. El incluir una publicación en revista indexada le otorga al investigador seriedad, confiabilidad y reconocimiento científico ya que aumenta su impacto al poder recibir citas, favorece su CV y le da una ventaja frente a los investigadores que publican en revistas no indexadas, y se puede obtener aún más reconocimiento si la revista donde se publica ocupa el primer tercio o cuartil en la lista por categorías temáticas del *Journal Citations Report* (JCR) (Arroyo y Benavent, 2012).

En el Perú hay muy pocas revistas indexadas donde los investigadores pueden publicar su trabajo, entre las 143 universidades peruanas reconocidas por la Superintendencia Nacional de Educación Superior (SUNEDU), solo existen 29 revistas universitarias indexadas las cuales pertenecen a 14 universidades (21 de universidades privadas y 8 de universidades públicas), siendo en su mayoría del área de ciencias sociales y humanidades (13), seguidas de ciencias biomédicas (8), ciencias básicas (7) y ciencias empresariales (1). Estas revistas pertenecen a las bases de datos de Latindex (Sistema regional de información bibliográfica en línea para revistas de Latinoamérica, Caribe, España y Portugal), SciELO, Scopus, WoS y SCIE las cuales son las más usadas a nivel nacional (Estrada et al, 2017). Todas estas incluyen registros de referencias bibliográficas pudiendo determinar indicadores bibliométricos basados en la citación como el FI en el caso de SCIE que es publicado anualmente en el *Journal Citation Reports* (JCR), y el *Scimago Journal Rank* (SJR) en el caso de Scopus (Arroyo y Benavent, 2012).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, Investigación Científica e Innovación y Transferencia Tecnológica. En el caso de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. En el caso de postulantes se deberá recoger el número de artículos publicados en revistas indexadas que este ha realizado, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número de artículos publicados en revistas indexadas que han realizado cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución.

Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

4.3. Indicadores de productividad

Los indicadores que se detallaran a continuación tienen como objetivo valorar el impacto que tiene un investigador o una institución, la productividad global de sus investigaciones, su nivel de visibilidad y difusión tanto a nivel nacional como internacional.

a) Número de citas promedio por investigador en los últimos 5 años

El investigador que tiene un puntaje más elevado cuando se evalúa frente a otros es el que obtendrá mejores oportunidades en su carrera y con eso un mayor acceso a diversas formas de financiamiento. Una de las formas de evaluación es el número de citas que recibe un trabajo, el cual nos indica el impacto, la visibilidad y la capacidad de difusión que pueda tener en el medio, siendo mucho mayor este número en aquellos investigadores que tengan mayor financiamiento y más apoyo para publicar en revistas de mayor alcance, que para aquellos que trabajan a nivel individual ya que sus oportunidades serán menores y como consecuencia, no serán tan conocidos ni citados.

Para medir esto, Hirsch (2007) propuso la creación y su posterior modificación del índice H el cual tiene como objetivo evaluar la producción científica de investigadores, revistas o países haciendo un balance entre la cantidad de publicaciones y la cantidad de citas recibidas por ellas; este se obtiene ordenando de mayor a menor los artículos científicos según el número de citas recibidas, siendo el índice H el número en el que coinciden el número de orden con el número de citas. Este valor se puede obtener en varios repositorios web como Web of Science o Google Scholar o Scopus.

Este indicador además de permitir detectar a aquellos investigadores destacados por área, es fácil de calcular, da un valor prolongado a lo largo de toda la vida académica y es capaz de predecir con mayor precisión la progresión de la carrera científica que otros indicadores. Sin embargo, solo se puede comparar el índice H de dos investigadores de una misma área científica y no toma en cuenta la calidad de las revistas pudiendo aumentar al contar publicaciones en revistas de fuentes no confiables o si se evalúan a autores más jóvenes ya que estos tendrán un índice H bajo incluso si sus trabajos son relevantes en su área (Gisbert, 2009). Si bien en el CTI-VITAE del CONCYTEC

es un dato que se usa para medir la productividad y el impacto de la obra publicada de un científico o académico, algunos autores como Rodríguez e Imperial (2007), Giesber (2009) y Tuñez y De Pablos (2013), recomiendan hacer una combinación entre múltiples factores ya que medir su productividad solo con este valor puede variar mucho según la infraestructura de la institución en la que trabaja, el nivel de financiamiento que recibe, la edad, cantidad de autores, las capacidades tecnológicas, el país, el área de estudio, etc. Entre los otros métodos para complementar el índice H se encuentran:

- i. h-Core: el conjunto de artículos que tienen un número de citas igual o superior al número h del índice (los artículos con más índice h de una revista)
- ii. Índice h5: igual que el h-core, pero solo cuenta las citas recibidas de los artículos publicados en los últimos 5 años.
- iii. Índice i10: número de artículos que han recibido al menos diez citas cada uno de ellos.
- iv. Índice m: este índice fue propuesto por Hirsch para corregir que los investigadores noveles se vean desfavorecidos en el cálculo del índice h. Es el resultado de dividir el índice h entre el número de años de carrera como investigador, contada a partir de la defensa de la tesis doctoral o de la primera publicación en una revista científica.
- v. Índice g: se recomienda usarlo cuando 2 investigadores tienen un mismo índice h. Para obtenerlo se ordenan todas las publicaciones de un autor de mayor a menor según el número de citas que ha recibido cada uno de ellos, se pone en una segunda columna el número de posición al cuadrado (g^2) y en una tercera se coloca el número de citas acumuladas (H). El índice g lo determina el número de orden de la posición en el que las citas acumuladas es mayor o igual que el número de posición al cuadrado.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica a nivel de postulante. Se deberá recoger el número de citas promedio de todas las publicaciones que tenga el postulante en los 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

b) *Número de citas promedio generadas por publicación en los últimos 5 años*

La cantidad de citas de un artículo es influida principalmente por el lugar de publicación y el medio por el que se publica, por lo que para un investigador no debería ser suficiente con lograr una publicación, sino que necesita ser visible para que los demás lo citen. Normalmente aquellos que logran publicar en revistas con mayor prestigio o en revistas indexadas tienen mayor número de

citas por cada publicación ya que esto le otorga prestigio y difusión a sus investigaciones (Siche, 2015).

Citar a un determinado autor en una investigación además de servir como homenaje a los descubrimientos o ideas de los que iniciaron trabajando en el tema, acredita, confirma, corrobora, corrige y critica a los trabajos relacionados y sirve como evidencia adicional a las conclusiones (Weinstock, 1971; Sancho, 2002). Para esto, Garfield (1979) con datos obtenidos del SCI menciona que casi el 25% de los artículos publicados no son citados nunca, el 55% solo se cita una vez y el 1% recibe 50 a más citas; además, del 10 al 20% de todas las citas recibidas son autocitas. A nivel del Perú, las citas promedio por documento al 2011 fueron de 1.28; el cual se encontraba por encima de lo alcanzado por países de Norteamérica y Asia y en el mismo año, de 1116 documentos se produjeron 1427 citas y solo el 10.4% de estas (149) fueron autocitas; el 97.8% de las citas eran de producciones en idioma inglés y el 1.8% de producciones en español (CONCYTEC, 2014). Dicho número aumentó hacia el 2017 llegando a ser 3.34 las citas por documento (CONCYTEC, 2019).

Sin embargo, a pesar a que este número ha aumentado con el paso de los años, este indicador tiene algunas desventajas: no se puede utilizar para comparar investigadores de diferentes áreas ya que algunas como biomédica o bioquímica generan más citas que las de ingenierías o matemáticas y que es muy común que los artículos publicados en inglés reciban más citas que uno publicado en otro idioma; además, generalmente los artículos que son publicados en revistas norteamericanas tienen mayor impacto a nivel mundial que las revistas procedentes de otros países (Sancho, 2002). Este indicador también permite medir el porcentaje de artículos que nunca han sido citados.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica a nivel de institución. Se deberá recoger el número de citas promedio de todas las publicaciones hechas por algún docente/investigador afiliado a la institución en los 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

c) Número promedio de coautores por publicación en los últimos 5 años

Conocer quiénes producen más (ya sean investigadores, instituciones o países), cuánto producen y qué tan usadas (mediante citas) son las investigaciones, permite a las entidades ubicar a los grupos o instituciones que mayor producción científica realizan para estimularlas a generar más investigaciones, generar nuevas áreas de colaboración y considerarlas para un financiamiento mayor (Huamani y Mayta, 2010). Sin embargo, la baja producción científica en el Perú y el tener uno de los índices más bajos de investigadores cada mil integrantes de la PEA a nivel de Latinoamérica

(Albornoz, 2019), dificulta conocer el impacto que tiene la producción científica en el país.

Debido a esto, algunos autores como Huamani y Mayta (2010) y Sancho (2002), plantean evaluar la productividad científica a través de las diversas redes de colaboración que existen entre los investigadores, instituciones o países y del número de coautores que firman un trabajo ya que está demostrado que las investigaciones realizadas en equipo tienen mayor productividad y obtienen un mayor número de citas que aquellas que son trabajadas en forma individual o con poca colaboración.

Este número puede variar mucho según la institución en donde se realiza ya que pueden ser incluir al personal que trabaja en un laboratorio, el que apoya con la parte estadística, personas que ayudan con la parte técnica hasta otros investigadores. En trabajos extensos de laboratorio o donde se realiza trabajo de campo es normal que aparezcan más de 10 coautores pero también se puede encontrar casos en los que solo se nombra al investigador principal y a los que apoyan con información sustancial para la investigación (Sancho, 2002). Normalmente el promedio de autores por documento publicado en el Perú es de 4 y los artículos que cuentan con más citas son aquellos realizados en coautoría con investigadores provenientes de países como Holanda, Suiza, Italia y Canadá (CONCYTEC, 2019). Autores como Huamani y Mayta (2010) registraron 10012 firmas de autores en 1210 publicaciones en revistas científicas periódicas en la colección "Clinical Medicine" de ISI mostrando un promedio de 8.27 +/- 8.17 y una mediana que incrementó de 6 en el 2000 a 8 en el 2009 por publicación; otros autores como Huamaní y Pacheco (2011) vieron que el área científica-médica del 2005 al 2008 aumentaron los artículos publicados en revistas médicas peruanas de los cuales el 91.7% fueron realizados en coautoría y el 56.2% fue de manera conjunta por 2 instituciones, además que la colaboración institucional fue mayor dentro de una misma institución (41.8%) o entre instituciones de una misma región (36.7%).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica, tanto a nivel individual como por institución. En el caso de postulantes se deberá recoger el número promedio de coautores por investigación publicada, mientras que en el caso de instituciones, se debe recoger el número promedio de coautores por investigación que han realizado cualquiera de los investigadores/docentes afiliados a dicha institución. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

d) Número de empresas generadas de spin-off en los últimos 10 años

Según Sábato y Botana (1968), es necesario que exista una relación entre las universidades (encargadas de formar investigadores, promover el desarrollo de la ciencia y la innovación para el desarrollo social), la empresa (promotor de empleos y desarrollo) y el estado (ente rector proporcionando políticas y los recursos necesarios para el desarrollo de la capacidad científica en el país). Sin embargo, actualmente la generación de actividades de I+D depende en su mayoría del financiamiento obtenido por parte de los investigadores.

El financiamiento actúa como estímulo para la generación de tecnologías y para la innovación ya que impulsa la competitividad entre personas o instituciones haciendo que la calidad de las investigaciones aumente. Debido a esto, se han creado nuevas formas de aumentar la visibilidad en el medio y obtener mayores resultados tales como la generación de empresas de spin-off. Estas empresas son iniciativas de apoyo público a la innovación de base tecnológica, donde a partir de otra entidad ya existente se crea una nueva empresa que con el paso del tiempo buscará volverse independiente; las *spin-off* parten del resultado de investigaciones previas y se transforman en productos o servicios según las necesidades sociales o del mercado pero que hacen uso de los conocimientos o tecnología de la empresa de donde surgen, siendo las más comunes las que parten de universidades, pero también existe de agencias del gobierno o de otras empresas (Fernández, 1999; Ortin et al, 2006; Medina, 2018). Normalmente estas les otorgan la licencia de uso o cesión de los activos de propiedad para que sean explotados comercialmente a las nuevas empresas.

Estas empresas suelen ser muy pequeñas, cuentan con poco personal pero producen bienes y servicios con alto valor agregado que les permiten a los investigadores detectar oportunidades de negocio y poner en práctica los conocimientos técnicos, les genera prestigio, la posibilidad de trabajar por cuenta propia y retribuciones económicas. Sin embargo, muchas *spin-off* al comenzar a operar se enfrentan al problema de poco financiamiento, carencia de infraestructura, de personal capacitado y en muchos casos falta de conocimiento de gestión empresarial (Monge et al, 2012).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, Investigación Científica e Innovación y Transferencia Tecnológica a nivel de institución (debido a su definición, una empresa spin-off se crea a partir de otra empresa y/o institución). Se deberá recoger el número de empresas generadas de spin-off en los 10 años previos a la convocatoria del instrumento financiero. El horizonte temporal para este caso aumenta de 5 a 10 años debido a que la generación de este tipo de empresas suele tomar mucho más tiempo en concretarse que otro tipo de indicadores (publicación de una revista, participación de un congreso, etc).

e) Número de patentes solicitadas / registradas en los últimos 10 años

En el Perú existe una escasa cultura de propiedad intelectual. Hasta el 2010, solo el 33,8% fueron patentes de invención (Castro, 2012). El informe “Principales Indicadores de Ciencia y tecnología Iberoamericanos/Interamericanos” realizado en el 2019, muestra que en el 2017 Perú recibió 1219 solicitudes de patentes, pero sólo 100 de ellas correspondían a solicitudes de peruanos (residentes). De ellas, sólo se registraron 509, de las cuales 26 correspondían a solicitudes de residentes. A nivel regional (América Latina y el Caribe), se solicitaron en el 2017 un total de 60462 patentes, pero solo fueron otorgadas un total de 20628, siendo Brasil el país con mayor número de patentes registradas, seguido de Chile y Colombia (Albornoz, 2019).

El número de patentes solicitudes/registradas es una de las fuentes de información más importantes para analizar el comportamiento del entorno tecnológico y su análisis cada día se utiliza más en el ámbito de la vigilancia tecnológica y la inteligencia competitiva ya que aumenta la innovación de un país y mejorar la calidad de la vida humana (Carrera, 2009; Castro, 2012). Una patente es el título de propiedad intelectual que otorga determinado estado a la persona, empresa o entidad pública que lo solicita, otorgando al titular el derecho exclusivo de explotación del invento por un tiempo determinado (usualmente suele ser por 20 años) en el territorio donde ha sido solicitado (Castro, 2020). Al obtener una patente, se otorga la “exclusividad” al titular, reconocimiento por la creatividad y recompensas materiales por sus invenciones comerciales, además de la capacidad de excluir a terceros de la explotación o beneficios que pueda generar. En el caso de las instituciones que se dedican a investigación, la obtención de patentes significa una alternativa para capitalizar las inversiones realizadas en dichos procesos y para concretar la transferencia tecnológica de los resultados, pudiendo así recaudar ingresos de forma periódica en beneficio de una entidad manteniendo la titularidad de esta (INDECOPI, 2017).

Tener datos actualizados sobre las patentes permite identificar los cambios en la estructura y en la evolución de la capacidad de invención de tecnologías de los países, industrias o empresas mediante el mapeo de los cambios en la dependencia, la difusión y la penetración de la tecnología (De Frascati, 2002). Las ventajas de usarlas como fuente de información es la calidad de información que brinda por ser pertinente, tecnológica, exclusiva, concentrada, clara y completa, usa lenguaje apropiado y mantiene su regularidad, además tiene estructura y es de uso sencillo, está disponible para el público en general, es gratuita y de fácil acceso (Diessler, 2010).

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas, Investigación Científica e Innovación y Transferencia Tecnológica. En el caso

de los instrumentos de Becas e Investigación Científica, se puede recolectar información tanto a nivel individual como por institución. Se debe desagregar entre el número de patentes solicitadas y el número de patentes registradas. Al igual que con las empresas spin-off, el horizonte temporal deberá ser de 10 años previos a la convocatoria del instrumento financiero debido a que la obtención y duración de esta tiene un tiempo superior a las otras variables relevantes antes mencionadas.

f) Número de tesis sustentadas en pregrado / postgrado en los últimos 5 años

La creación de una tesis ya sea en pregrado o post grado significa una oportunidad para el país de aumentar sus índices de producción científica debido a que es parte de un requisito fundamental para obtener un grado académico. Autores como Mejía et al (2016); Ticse et al (2014) y Rosas et al (2006), mencionan que en Perú la culminación de un trabajo de investigador y la probabilidad de publicación están relacionados con la experiencia y competencias del asesor, dificultades financieras que se puedan presentar, las características del tesista y la disminución de la motivación.

Los mismos autores (Revilla, 2017; Ticse et al, 2014) demuestran que la relación que existe entre el asesor de tesis y la culminación de esta es primordial para la sustentación ya que el asesor debe ser una persona que motive al tesista a no rendirse mediante el aporte de ideas y críticas constructiva; debe ser también una persona persistente en la tarea de supervisar, debe tener tiempo para devolver las correcciones de manera regular y para realizar el intercambio de información con el tesista, además de ser un experto o al menos tener experiencia en investigación para poder dar una buena orientación en base a sus destrezas y experiencias. Normalmente cuando el tesista elige el asesor se ven mejores resultados ya que conoce la forma de trabajo del este, lo que hace que el proceso sea más fácil de llevar.

Sin embargo, el proceso de elaboración de una tesis se puede volver complicado, lo que provocaría en el tesista desmotivación, desinterés, frustración, demoras en plazos de entrega, incomodidad para la realización de esta, solicitar cambio de asesor en medio de la redacción e incluso abandono al sentir poco apoyo o actitudes negativas de parte de su asesor (Mamani, 2019). Debido a esto, es importante que toda universidad o instituto brinde parámetros establecidos de revisión y entrenamiento de cómo llevar una correcta asesoría a los asesores para disminuir el porcentaje de tesis no sustentadas.

Este indicador puede ser usado en convocatorias de instrumentos de Becas e Investigación Científica y sólo a nivel de institución. En este caso, la institución es la universidad, facultad o departamento académico ya que estas son las únicas instituciones que pueden otorgar un grado académico con una tesis sustentada. Se debe desagregar el indicador en número de tesis sustentadas en pregrado y número de tesis sustentadas en postgrado. Como se indicó al inicio de esta sección, el horizonte temporal deberá ser de 5 años previos a la convocatoria del instrumento financiero.

4.4. Indicadores sociodemográficos

Este grupo de indicadores permitirán caracterizar a los postulantes y generar un registro interno consolidado para el CONCYTEC que le permita conocer con detalle algunas características básicas de todas las personas que postulan a un instrumento financiero de forma individual o como representantes de alguna institución. Este conjunto de indicadores debe ser obtenido a partir de los formularios de postulación que serán el primer paso para registrar el interés de una persona o institución en postular a un instrumento financiero.

Las variables que deben ser recogidas en dichos formularios son las siguientes (aunque se podrían incluir algunas adicionales según las necesidades del área encargada):

- a) *Nombres y apellidos*
- b) *DNI/Carnet de extranjería*
- c) *Nacionalidad*
- d) *Sexo*
- e) *Edad*
- f) *Profesión (es)*
- g) *Máximo (s) grado (s) académico (s)*
- h) *Universidad donde obtuvo dicho grado*
- i) *Correo electrónico*
- j) *Página web*
- k) *Teléfono*
- l) *Institución de afiliación*
- m) *Código RENACYT*

5. Construcción de los indicadores

En la sección anterior se presentó el análisis técnico para cada indicador de línea de base que deberán ser incluidos en el diseño e implementación de los instrumentos financieros de CTI otorgados por el FONDECYT. En esta sección se presentarán las principales fuentes de información que serán usadas por la Dirección de Políticas y Programas de CTI (DPP) en coordinación con la Sub Dirección de Seguimiento y Evaluación (SDSE) de la Dirección de Evaluación y Gestión del Conocimiento (DEGC) y la Dirección de Investigación y Estudios (DIE) para la elaboración de los indicadores de línea de base.

Debido a restricciones presupuestarias se debe priorizar la consulta de fuentes secundarias que tengan información actualizada en temas de CTI. Estas fuentes deberán ser consultadas al momento de la convocatoria del instrumento financiero para obtener los indicadores de línea de base, durante el desarrollo e implementación para obtener los indicadores de seguimiento, al finalizar el programa para obtener los indicadores de resultados y, luego de un tiempo considerable desde el término de la intervención (entre uno o dos años) para los indicadores de impacto.

Sin embargo, algunos de los indicadores acá descritos requerirán el uso de fuentes de información primaria (encuestas) para obtenerlos debido a que no son factibles de conseguir a partir de algunas de las otras fuentes acá descritas. Para dichos indicadores se debe evaluar la viabilidad y disponibilidad de recursos para elaborar una encuesta tanto de línea de base como de salida.

A continuación se presentarán las distintas fuentes de información que deben ser consultadas por las áreas encargadas. Estas son el Registro Nacional de Ciencia, Tecnología y de Innovación Tecnológica (RENACYT), CTI Vitae, ambos gestionado por el CONCYTEC, el Registro de Patentes, gestionado por el Instituto Nacional de Defensa de la Libre Competencia y la Propiedad Intelectual (INDECOPI), el Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI) gestionado por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) y, de ser el caso, encuestas propias que deberá ejecutar el CONCYTEC.

5.1. CTI VITAE / RENACYT

El Estado, ante la necesidad de contar con un sistema de recopilación, sistematización y seguimiento de la información acerca de las personas que se dedican a temas relacionados a CTI en el Perú, promovió la creación de una red nacional de información científica con datos tanto de personas naturales como jurídicas creando así el “Directorio Nacional de Investigadores e

Innovadores (DINA)” el cual a partir del 2019 cambió su denominación a “CTI VITAE - Hojas de Vida afines a la Ciencia y Tecnología”. Este registro permite mantener actualizado el RENACYT, así como clasificar a los investigadores en niveles según su contribución en sus respectivas áreas de especialización.

Considerando que el talento humano es fundamental para el desarrollo de los países, la generación de esta base de datos que engloba información de los investigadores y de la producción científica que tienen, la cual es brindada de manera auto referenciada de las hojas de vida (auto-reportadas) de personas que declaran estar profesionalmente vinculadas a la CTI en el Perú, brinda visibilidad a la trayectoria profesional de los investigadores e innovadores y la oportunidad de expandir sus redes de colaboración mediante la vinculación con otros investigadores.

Esta información le permite al CONCYTEC tener una base de datos actualizada de los investigadores peruanos (además de establecer la clasificación y registro de investigadores en el SINACYT) para así generar políticas, planes y/o programas de CTI en base a las características de los recursos humanos relacionados al tema; mientras que a los investigadores les permite participar en fondos concursable del CONCYTEC, el acceso a mejores bases de datos bibliográficas, redes especializadas, a revistas científicas a texto completo, además de generar mayor visibilidad en el medio ya que es una base de datos de fácil acceso y gratuito.

Sin embargo, si bien al momento de subir la hoja de vida al CTI Vitae se declara que toda la información es verídica, es necesario tener cautela con el uso de estos datos ya que la información no es verificada. Una recomendación para evitar este problema es darle a este documento carácter de “Declaración Jurada” de modo que la información reportada tenga la menor cantidad de errores.

Los indicadores de línea de base que podrán ser obtenidos de esta base de datos serán los siguientes:

- a) Número de tesis asesoradas
- b) Número de publicaciones realizadas
- c) Número de proyectos de investigación básica
- d) Número de proyectos de investigación aplicada
- e) Número de proyectos en desarrollo experimental
- f) Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales
- g) Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos internacionales

Todos los indicadores antes descritos están organizados en secciones del CTI VITAE por medio de tablas. Por tanto, la forma más rápida de obtener cada uno

de los indicadores es “contar” el número de registros que contiene cada sección de modo que la suma nos dé el indicador de interés. En caso el indicador señale expresamente que sólo se deben incluir registros dentro de un horizonte temporal limitado (último año, últimos 5 años, etc.), se deberá tomar en cuenta la fecha de ocurrencia del registro al momento de hacer la cuenta.

5.2. Registro de Patentes - INDECOPI

El Convenio Marco de Cooperación Interinstitucional firmado a inicios de 2019 entre el CONCYTEC, el Ministerio de la Producción, la CAF y el INDECOPI, buscó implementar acciones conjuntas que promuevan la generación de patentes, a partir de tecnologías desarrolladas en el Perú. De esta forma, se promueve el intercambio de información entre ambas instituciones con el objetivo de incentivar el desarrollo de la innovación científica a través del registro de patentes.

A través de este convenio se debe solicitar al INDECOPI el registro histórico de solicitud y registro de patentes por tanto de todos los investigadores e instituciones que postulan a un instrumento financiero de CTI. El intercambio de información debe ser usando el número de DNI, carnet de extranjería o el RUC (en caso de personas jurídicas) de modo que se pueda combinar fácilmente los datos obtenidos de las diversas fuentes de información. Los indicadores que deberán ser solicitados al INDECOPI serán los siguientes:

- a) Número de patentes solicitadas
- b) Número de patentes registradas

5.3. Registro Nacional de Trabajos de Investigación (RENATI)

El RENATI es un repositorio digital donde se indexan todas las tesis de pregrado y postgrado presentadas en las distintas universidades del Perú. Este repositorio fue creado por la Superintendencia Nacional de Educación Superior Universitaria (SUNEDU) y tiene como objetivo normar el registro de trabajos (tesis, trabajos de suficiencia profesional y trabajos académicos) para que estos se encuentren a disposición de la comunidad general, promoviendo la transparencia de la información y la gestión del conocimiento.

Esta plataforma sirve como fuente de información de acceso gratuito, amplio y ordenado tanto a nivel nacional como internacional ya que alberga la síntesis de investigaciones que conducen a la obtención de grados académicos, así como los presentados en el proceso de reconocimiento de grados académicos y títulos profesionales obtenidos en el extranjero, ya sea proveniente del Repositorio “ALICIA” o de los repositorios de cada universidad.

En ese sentido, el CONCYTEC tiene un acuerdo de cooperación con SUNEDU para el intercambio de información sobre los proyectos de investigación en el Perú. Se debe utilizar dicho acuerdo para solicitar el registro de tesis sustentadas por cada uno de los investigadores que postulen a un instrumento financiero de CTI. El cruce la información deberá realizarse usando el DNI o carnet de extranjería para que sea fácil el proceso de combinar esta información con la de otras fuentes. De este modo, los indicadores que deberán ser solicitados son:

- a) Número de tesis sustentadas en pregrado
- b) Número de tesis sustentadas en postgrado

5.4. Scopus

Scopus es una base de datos bibliográfica de resúmenes y citas de artículos de revistas científicas de la empresa Elsevier la cual ofrece herramientas bibliométricas que sirven para evaluar el rendimiento tanto por publicaciones como por autores según las citas recibidas por cada artículo.

El CONCYTEC tiene acceso a los datos bibliométricos de todos los investigadores en CTI registrados en el CTI Vitae. Se pueden obtener los indicadores necesarios usando el ID de Scopus, el cual debe estar relacionado al DNI o carnet de extranjería. De esta manera, el área encargada de recolectar la información deberá construir una base de datos para todos los postulantes de los instrumentos financieros en CTI de los siguientes indicadores de línea de base:

- a) Número de artículos publicados en revistas indexadas
- b) Número de citas promedio por investigador
- c) Número de citas promedio generadas por publicación
- d) Número promedio de coautores por investigación

5.5. Encuestas propias

Como se mencionó anteriormente, es posible que algunos indicadores no estén disponibles en las fuentes de información secundarias descritas previamente. En dicho escenario se deberá elaborar una encuesta que deberá ser aplicada a los postulantes del instrumento financiero de CTI al momento de registrar su participación.

Esta encuesta requerirá de una ficha técnica y un cuestionario específico al diseño de cada instrumento financiero para el recojo de la información, el cual deberá tener la naturaleza de “Declaración Jurada” para asegurar la veracidad de los datos consignados.

Un punto de partida para el diseño de una encuesta de este tipo sería el I Censo Nacional de I+D en Centros de Investigación 2016, el cual recogió abundante información en materia de CTI. Si bien estos datos pueden ser muy valiosos para la formulación de políticas públicas, los datos contenidos en dicho censo se encuentran desactualizados por lo que conviene realizar un nuevo levantamiento de información para cada instrumento financiero que se convoque. Los indicadores que deberán ser recogidos por este medio serán:

- a) Número de entidades con los cuales se tiene vinculación o alianzas para realizar actividades de investigación científica
- b) Número de pasantías nacionales realizadas
- c) Número de pasantías internacionales realizadas
- d) Número de empresas generadas de spin-off

Finalmente, si bien es cierto que las encuestas propias dan mucha información para construir indicadores de línea de base, éstas también se utilizan para levantar información de resultados cuando no se incluyó en el diseño de los instrumentos dichos indicadores.

6. Bibliografía

- Adams, J. D., Black, G. C., Clemmons, J. R., & Stephan, P. E. (2005). Scientific teams and institutional collaborations: Evidence from US universities, 1981–1999. *Research policy*, 34(3), 259-285.
- Albornoz, M., Barrere, R., Roldán, A., et al. (2009). El estado de la ciencia: *Principales indicadores de Ciencia y Tecnología Iberoamericanos/Interamericanos*.
- Angrist, J. D., & Pischke, J. S. (2008). *Mostly harmless econometrics: An empiricist's companion*. Princeton university press.
- Arroyo, A., & Benavent, R. (2012). Importancia para una revista científica de encontrarse incluida en las grandes bases de datos internacionales. *Revista de Patología Respiratoria*, 15(4), 101-103.
- Huertas, E., & Vidal, M. (2007). Guía para la evaluación de centros de I+D. *Agència per a la Qualitat del Sistema Universitari de Catalunya*.
- Arrow, K. (1962). J., 1962, Economic Welfare and The Allocation of Resources for Invention. *The Rate and Direction of Inventive Activity*, Princeton University Press and NBER.
- Benavente, J. M., Crespi, G., & Maffioli, A. (2012). Public support to firm level innovation: an evaluation of the FONTEC Program Apoio público à inovação empresarial: uma avaliação do Programa FONTEC. *RBI-Revista Brasileira de Inovação*, 11, 113-152.
- Benavente, J. M., Crespi, G., Garone, L. F., & Maffioli, A. (2012). The impact of national research funds: A regression discontinuity approach to the Chilean FONDECYT. *Research Policy*, 41(8), 1461-1475.
- Bernal, R., & Peña, X. (2011). *Guía práctica para la evaluación de impacto*. Ediciones Uniandes-Universidad de los Andes.
- Borrego, A. A. (2009). Vinculación universidad-empresa y su contribución al desarrollo regional. *Ra Ximhai: revista científica de sociedad, cultura y desarrollo sostenible*, 5(3), 407-414.
- Bukstein, D., Hernández, E., & Usher, X. (2018). Impacto de los instrumentos de promoción de la innovación orientada al sector productivo: El caso de ANII en Uruguay (Assesing the Impacts of the Innovation Promotion Programs Aimed at the Productive Sectors: The Case of ANII in Uruguay). *Estudios de Economía*, 45(2), 271-279.

- Calonico, S., Cattaneo, M. D., & Titiunik, R. (2014). Robust nonparametric confidence intervals for regression-discontinuity designs. *Econometrica*, 82(6), 2295-2326.
- Carrera, E. (2009). Evaluación de la investigación: estado del arte y análisis crítico (tesis de maestría). Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona – España.
- Castleman, B. L., & Long, B. T. (2016). Looking beyond enrollment: The causal effect of need-based grants on college access, persistence, and graduation. *Journal of Labor Economics*, 34(4), 1023-1073.
- Castro, M. (2012). Las patentes como fuente de información tecnológica para el desarrollo industrial del país (tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima – Perú.
- Chudnovsky, D., López, A., Rossi, M. A., & Ubfal, D. (2008). Money for science? The impact of research grants on academic output. *Fiscal Studies*, 29(1), 75-87.
- Coase, R. H. (1937). The nature of the firm. *Economica*, 4(16), 386-405.
- Cohodes, S. R., & Goodman, J. S. (2014). Merit aid, college quality, and college completion: Massachusetts' Adams scholarship as an in-kind subsidy. *American Economic Journal: Applied Economics*, 6(4), 251-85.
- CONCYTEC (2014). Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana, 2006-2011.
- CONCYTEC (2017). I Censo Nacional de Investigación y Desarrollo a Centros de Investigación 2016
- CONCYTEC (2018). Principales indicadores bibliométricos de la actividad científica peruana, 2012-2017.
- Crespi, G. (2016) Evaluación de Impacto de Políticas de CTI. Lógica Vertical y Teoría de Cambio. Banco Interamericano de Desarrollo
- Crespi, G., & Geuna, A. (2005). *Modelling and measuring scientific production: results for a panel of OECD countries* (pp. 399-429). SPRU.
- Day, R. A. (2005). Cómo escribir y publicar trabajos científicos. Organización Panamericana de la Salud. 3(3), 8.
- De Frascati, M. (2002). Medición de las actividades científicas y tecnológicas. Propuesta de norma práctica. para encuestas de investigación y desarrollo experimental. OCDE

- De la Cruz, J. (2013). Relación de tutoría y promoción del desarrollo de habitus científicos en estudiantes de doctorado en educación: Acercamiento a un caso. *Perfiles Educativos*, 35(140), 5-7.
- Diessler, G. (2010). Las patentes como fuente de información para la innovación en entornos competitivos. *Información, cultura y sociedad*, (22), 43-77.
- Estrada, A., Barrionuevo, W. & Alhuay, J. (2017). Revistas peruanas en SciELO, Scopus y ESCI/WoS *Medía LAB UNMSM*.
- Fernández, C. (1999). Alianzas estratégicas de carácter tecnológico. *Economía industrial*, (330), 31-42.
- Garfield, E. (1979). Is citation analysis a legitimate evaluation tool? *Scientometrics* 1(4), 359-375.
- Gertler, P. J., Martinez, S., Premand, P., Rawlings, L. B., & Vermeersch, C. M. (2016). *Impact evaluation in practice*. The World Bank.
- Gisbert, J. P., & Panés, J. (2009). Índice H de Hirsch: una nueva herramienta para medir la producción científica. *Cirugía Española*, 86(4), 193-195.
- He, Z. L., Geng, X. S., & Campbell-Hunt, C. (2009). Research collaboration and research output: A longitudinal study of 65 biomedical scientists in a New Zealand university. *Research Policy*, 38(2), 306-317.
- Hernández, E. (2017). La importancia y el destino de los trabajos presentados en congresos. *Anestesia en México*, 29(1), 1-2.
- Hirsch, J. E. (2007). Does the h index have predictive power?. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 104(49), 19193-19198.
- Huamaní, C., & Pacheco J. (2011). Colaboración científica en artículos de revistas biomédicas peruanas. *Anales de la Facultad de Medicina*, 72 (4), 261-268.
- Huamaní, C., & Mayta, P. (2010). Producción científica peruana en medicina y redes de colaboración, análisis del Science Citation Index 2000-2009. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 27(3), 315-325.
- INDECOPI (2017). Guía de patentes para investigadores.
- Jackson, M. O. (2005). A survey of network formation models: stability and efficiency. *Group formation in economics: Networks, clubs, and coalitions*, 664, 11-49.

- Jackson, M. O., & Wolinsky, A. (1996). A strategic model of social and economic networks. *Journal of economic theory*, 71(1), 44-74.
- Khandker, S., B. Koolwal, G., & Samad, H. (2009). *Handbook on impact evaluation: quantitative methods and practices*. The World Bank.
- Katz, J. S., & Martin, B. R. (1997). What is research collaboration?. *Research policy*, 26(1), 1-18.
- Landry, R., & Amara, N. (1998). The impact of transaction costs on the institutional structuration of collaborative academic research. *Research policy*, 27(9), 901-913.
- Lee, S., & Bozeman, B. (2005). The impact of research collaboration on scientific productivity. *Social studies of science*, 35(5), 673-702.
- López, S. (2005). La Vinculación de la Ciencia y la Tecnología con el Sector Productivo: Una perspectiva económica y social. *Editorial Universidad Autónoma de Sinaloa*, 2, 526.
- Lameda, C., Suárez, L., Uzcátegui, R., Zambrano, C. (2015). Importancia de publicar artículos científicos desde las perspectivas individual, de las organizaciones y de la sociedad. *REDIP. UNEXPO. VRB. Venezuela*, 5(4), 914-927.
- Londono-Velez, J., Rodriguez, C., & Sánchez, F. (2017). The intended and unintended impacts of a merit-based financial aid program for the poor: The case of Ser Pilo Paga. *Documento CEDE*, (2017-24).
- Mamani, O. (2018). El asesor de tesis como Coach: una alternativa para impulsar la producción científica estudiantil. *Educación Médica Superior*, 33(1), 5-7.
- Mejía, C., Cáceres, O., Vera, C., et al (2016). Percepción y factores asociados a insatisfacción que los médicos recién graduados tienen de sus asesores de tesis, Lima-Perú. *Educación Médica Superior*, 30(4), 340-348.
- Ministerio de Economía y Finanzas (2018). *Efectos de mediano plazo del Programa Beca 18 (Cohorte 2013 – Modalidad Ordinaria)*. Lima
- Monge, M., Briones, A. & García, D (2012). Características de las Spin-Off académicas en Costa Rica: un estudio empírico. *Revista Nacional de Investigación*, 3(1), 37-54.
- Nature Materials (2013). Editorial: Beware the Impact Factor. *Nature Materials*, 12, 89

- Nelson, R. R. (1959). The simple economics of basic scientific research. *Journal of political economy*, 67(3), 297-306.
- Rau, T., Rojas, E., & Urzúa, S. (2013). *Loans for Higher Education: Does the Dream Come True?* (No. w19138). National Bureau of Economic Research.
- Revilla, D. (2017). Expectativas y tensiones en la asesoría de tesis en la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica del Perú. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 15(1), 277-303.
- Rodríguez, W. (2011). Guía de investigación científica. Universidad de Ciencias y Humanidades.
- Rosas, A., Flores, D., & Valarino, E. (2006). Rol del tutor de tesis: competencias, condiciones personales y funciones. *Rev In Post*, 21(1), 153-185.
- Ruiz, C., & Meroño, A. Utilidad de los congresos científicos en la difusión del conocimiento: percepción del investigador español en Economía de la Empresa. *Ciencia y Tecnología Administrativa*. 6(2).
- Sábato, J., & Botana, N. (1968). La Ciencia y la Tecnología en el Desarrollo Futuro de América Latina. *Revista de Integración*, 3.
- Siche, R. (2015). Publicación científica: mitos y verdades. *Scientia Agripecuaria*, 6 (2), 89-90.
- Schubert, A., Zsindely, S., & Braun, T. (1982). Scientometric analysis of attendance at International Scientific Meetings. *Scientometrics*, 5(3), 177-187
- Ticse, R., Pamo, O., Samalvides, F., et al (2014). Factores asociados a la culminación del proyecto de investigación requerido para optar el título de especialista en una universidad peruana. *Rev Médica Peru Med Exp y Salud Pública*, 31(1), 48-55.
- Tuñez, M., & De Pablos, J. (2013). El "Índice H" en las estrategias de visibilidad, posicionamiento y medición de impacto de artículos y revistas de investigación.
- Ubfal, D., & Maffioli, A. (2011). The impact of funding on research collaboration: Evidence from a developing country. *Research Policy*, 40(9), 1269-1279.
- Vargas, Z. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Educación*. 33(1), 155-165.

Velásquez, D. (2015). ¿Por qué publicar un artículo científico?. *Rev enf Herediana*, 8(2), 1-2.

Weinstock, M. (1971). Citation Indexes. *Encyclopaedia of Library and Information Science*, 5, 16-40.

Wuchty, S., Jones, B. F., & Uzzi, B. (2007). The increasing dominance of teams in production of knowledge. *Science*, 316(5827), 1036-1039.

Anexo 1: Listado de Indicadores de Línea de Base

- Indicadores de estructura

	Becas		Investigación Científica		Innovación tecnológica
	A nivel de postulante	A nivel de institución	A nivel de postulante	A nivel de institución	
Número de fondos de investigación obtenidos con financiación nacional en los últimos 5 años	X	X	X	X	X
Número de fondos de investigación obtenidos con financiación internacional en los últimos 5 años	X	X	X	X	X
Número de tesis asesoradas de pregrado en los últimos 5 años	X		X		
Número de tesis asesoradas de postgrado en los últimos 5 años	X		X		
Número de entidades con las cuales se tienen vinculación o alianzas para realizar actividades de investigación científica *Alianzas o vinculaciones vigentes		X		X	X
Número de pasantías nacionales realizadas en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de pasantías internacionales realizadas en los últimos 5 años	X	X	X	X	

- Indicadores de proceso

	Becas		Investigación Científica		Innovación tecnológica
	A nivel de postulante	A nivel de institución	A nivel de postulante	A nivel de institución	
Número de publicaciones realizadas en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de proyectos de investigación básica en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de proyectos de investigación aplicada en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de proyectos en desarrollo experimental en los últimos 5 años	X	X	X	X	X
Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos internacionales en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de artículos publicados en revistas indexadas en los últimos 5 años	X	X	X	X	X

- Indicadores de producción

	Becas		Investigación Científica		innovación tecnológica
	A nivel de postulante	A nivel de institución	A nivel de postulante	A nivel de institución	
Número de citas promedio por investigador en los últimos 5 años	X		X		
Número de citas promedio generadas por publicación en los últimos 5 años		X		X	
Número promedio de coautores por investigación en los últimos 5 años	X	X	X	X	
Número de empresas generadas de spin-off en los últimos 10 años		X		X	X
Número de patentes solicitadas en los últimos 10 años	X	X	X	X	X
Número de patentes registradas en los últimos 10 años	X	X	X	X	X
Número de tesis sustentadas en pregrado en los últimos 5 años		X		X	
Número de tesis sustentadas en post grado en los últimos 5 años		X		X	

Anexo 2: Fichas Técnicas de Indicadores de Línea de Base

Indicadores de estructura

a) Número de fondos de investigación obtenidos con financiación nacional / financiación extranjera en los últimos 5 años

Nombre del indicador	Número de fondos de investigación obtenidos con financiación nacional / internacional
Definición	Incluyen a los fondos propios del centro de investigación o institución y a los fondos provenientes de terceros donde están los fondos públicos concursables (FIDECOM, FINCYT, FONDECYT, IGP, CONCYTEC, etc), los fondos de empresas, fondos de instituciones de educación superior y fondos de instituciones privadas sin fines de lucro; y a todos los fondos concursables, donaciones, concesiones, etc que provengan de financiamiento extranjero, que hayan sido obtenidos en un periodo en un tiempo no mayor a 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	CTI Vitae - Hojas de Vida afines a la Ciencia y Tecnología
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de fondos de investigación obtenidos con financiamiento externo Número de fondos de investigación obtenidos con financiación nacional Número de fondos de investigación obtenidos con financiación internacional

b) Número de tesis asesoradas en los últimos 5 años

Nombre del indicador	Número de tesis asesoradas
Definición	Número de tesis asesoras tanto de pregrado como de post grado en un periodo no mayor a 5 años previos.
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	CTI Vitae / RENACYT
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de tesis asesoradas Total de tesis asesoradas de pregrado Total de tesis asesoradas de postgrado

c) Número de entidades con las cuales se tienen alianzas o vinculaciones vigentes para realizar actividades de investigación científica

Nombre del indicador	Número de entidades con las cuales se tiene vinculación o alianzas para realizar actividades de investigación científica.
Definición	Cantidad de alianzas o vinculaciones vigentes que tiene un investigador o una institución con otras instituciones ya sean universidades e institutos, empresas universitarias, incubadoras de empresas, centros de investigación, parques científicos y tecnológicos, empresas o con el gobierno.
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Encuestas propias
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

d) *Número de pasantías nacionales / internacionales realizadas en los últimos 5 años*

Nombre del indicador	Número de pasantías nacionales/internacionales realizadas
Definición	Tipo de movilidad académica en la que un investigador externo participa en una actividad científica de otra entidad el cual le permite el desarrollo de aptitudes y competencias. Se debe medir la cantidad en un periodo no mayor a 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Encuestas propias
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de pasantías Número de pasantías nacionales realizadas Número de pasantías internacionales realizadas

Indicadores de proceso

a) *Número de publicaciones realizadas en los últimos 5 años*

Nombre del indicador	Número de publicaciones realizadas
Definición	Cantidad de publicaciones científicas que hayan sido publicadas hasta 5 años antes de la convocatoria. En esta se incluye a todas las formas escritas de publicación como artículos, reportes, resúmenes, etc
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	CTI Vitae / RENACYT
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de publicaciones realizadas

b) *Cantidad de proyectos realizados por tipo de actividad de I+D*

Nombre del indicador	Cantidad de proyectos realizados por tipo de actividad de I+D
Definición	Se considerarán a los 3 tipos de clasificación de actividades de I+D según el Manual de Frascati: proyectos de investigación básica, investigación aplicada y en desarrollo tecnológico. Solo se considerarán a los proyectos realizados en un plazo no mayor a los 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	CTI Vitae / RENACYT
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección -)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de proyectos por tipo de actividad de I+D Número proyectos de investigación básica Número proyectos de investigación aplicada Número de proyectos en desarrollo experimental

c) *Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales / internacionales en los últimos 5 años*

Nombre del indicador	Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales / internacionales
Definición	Cantidad de artículos presentados en congresos, simposios, conferencias, ya sea a nivel nacional o internacional en un periodo no mayor a 5 años previos.
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	CTI Vitae / RENACYT
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección - Área)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Total de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos nacionales Número de trabajos presentados en conferencias, simposios o congresos internacionales

d) *Número de artículos publicados en revistas indexadas en los últimos 5 años*

Nombre del indicador	Número de artículos publicados en revistas indexadas
Definición	Artículos publicados en revistas que cuentan con una serie de estándares que aseguran la calidad y valor del contenido a través de la revisión por pares; funcionan con índice temático y especializado, son de libre acceso y mayor visibilidad; en un tiempo de publicación no mayor a 5 años previos.
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Encuestas propias
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección - Área)	Scopus
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

Indicadores de productividad

a) Número de citas promedio por investigador en los últimos 5 años

Nombre del indicador	Número de citas promedio por investigador
Definición	Relación entre cantidad de publicaciones y la cantidad de citas recibidas por ellas, en un periodo no mayor a 5 años previos.
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	Índice H
Fuente	Scopus
Entidades responsable de la Información (Institucion - Dirección - Area)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

b) Número de citas promedio generadas por publicación en los últimos 5 años

Nombre del indicador	Número de citas promedio generadas por publicación
Definición	Promedio total de las citas generadas por cada publicación en un periodo no mayor a 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Scopus
Entidades responsable de la Información (Institucion - Dirección - Area)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

c) Número promedio de coautores por publicación en los últimos 5 años

Nombre del indicador	Número promedio de coautores por investigación
Definición	Promedio total de coautores que firman un trabajo en un periodo no mayor a 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Scopus
Entidades responsable de la Información (Institucion - Dirección - Area)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

d) *Número de empresas generadas de spin-off en los últimos 10 años*

Nombre del indicador	Número de empresas generadas de spin-off
Definición	Iniciativas de apoyo público a la innovación de base tecnológica, donde a partir de otra entidad ya existente se crea una nueva empresa que con el paso del tiempo buscará volverse independiente en un periodo no mayor a 10 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Encuestas propias
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección - Area)	CONCYTEC
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	

e) *Número de patentes solicitadas / registradas en los últimos 10 años*

Nombre del indicador	Número de patentes solicitadas / registradas
Definición	Cantidad de títulos de propiedad intelectual que otorga determinado estado a la persona, empresa o entidad pública que lo solicita, otorgando al titular el derecho exclusivo de explotación del invento por un tiempo determinado en el territorio donde ha sido solicitado, en un periodo no mayor a 10 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	Registro de patentes
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección - Area)	INDECOPI
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Número de patentes solicitadas Número de patentes registradas

f) *Número de tesis sustentadas en pregrado / postgrado en los últimos 5 años*

Nombre del indicador	Número de tesis sustentadas en pregrado / postgrado
Definición	Cantidad de tesis sustentadas en pregrado tanto en pregrado como en postgrado por institución en un tiempo no mayor a 5 años previos
Tipo de indicador	Línea de Base (X); Seguimiento (); Resultados (); Impacto ()
Ubicación en la cadena de resultados	Necesidades o problemas (X); Insumos o actividades (); Productos (); Resultados (); Resultados finales o impactos ()
Forma de cálculo	
Fuente	RENATI
Entidades responsable de la Información (Institución - Dirección - Area)	SUNEDU
Frecuencia de recojo de la información	Durante la convocatoria
Desagregaciones	Cantidad de tesis sustentadas Número de tesis sustentadas en pregrado Número de tesis sustentadas en postgrado