

Obstáculos a la innovación en empresas de Colombia y oferta pública de instrumentos

Obstáculos a la innovación en empresas de Colombia y oferta pública de instrumentos

© 2020 Swisscontact

**Fundación Suiza de Cooperación para el
Desarrollo Técnico**

Carrera 48 # 93-51

Tel. +571 402 9084

Bogotá, D.C., Colombia

www.swisscontact.org/colombia

www.colombiamascompetitiva.com

Twitter: @colombiamascom1

© 2020 CPC

Consejo Privado de Competitividad

Carrera 9 # 70A – 35, Piso 4

Tel. +571 742 7413

Bogotá, D.C., Colombia

www.compite.com.co

Twitter: @ColombiaCompite

Este documento ha sido elaborado por el personal del Consejo Privado de Competitividad (CPC) con asistencia técnica y financiera del Programa Colombia más Competitiva de la Embajada de Suiza en Colombia – Cooperación Económica y Desarrollo (SECO), facilitado por SwissContact, que orienta sus esfuerzos en mejorar la competitividad en el país y diversificar su economía.

Los resultados, opiniones, interpretaciones y conclusiones expresadas en esta publicación no reflejan necesariamente la opinión de los directores ejecutivos del CPC ni de la Embajada Suiza en Colombia, ni de Swisscontact. Estas entidades tampoco garantizan con exactitud los mismos resultados en la replicabilidad y adaptación del estudio. Cabe añadir, finalmente, que las opiniones y contenidos aquí expresados no son responsabilidad del Programa ni la Embajada.

Se prohíbe el uso comercial de esta publicación y tal podría castigarse de conformidad con las políticas y/o las legislaciones aplicables. Queda permitido copiar, distribuir, transmitir y adaptar esta obra bajo las siguientes condiciones:

Cita de la fuente: La obra debe citarse de la siguiente manera: CPC & SwissContact (2021). “Obstáculos a la Innovación en Empresas de Colombia y Oferta Pública de Instrumentos”. Consejo Privado de Competitividad y SwissContact y Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico. Bogotá D.C., Colombia.

Traducciones: En caso de traducirse el presente documento, la cita de la fuente deberá ir acompañada de la siguiente nota de exención de responsabilidad: “La presente traducción no es obra del Consejo Privado de Competitividad o SwissContact y no deberá considerarse una traducción oficial de dichas organizaciones. Estas entidades no responderán por el contenido ni los errores de la traducción.”

Adaptaciones: En caso de adaptarse el presente documento, por favor incluya la siguiente nota de exención de responsabilidad: “Esto es una adaptación de una obra original del Consejo Privado de Competitividad (CPC) y la Fundación Suiza de Cooperación para el Desarrollo Técnico (SwissContact). La responsabilidad por las opiniones y posturas expresadas en la adaptación pertenecen exclusivamente al autor o autores de esta adaptación, y no están respaldadas por estas entidad

Consejo Privado de Competitividad

Rosario Córdoba

Presidenta

Santiago Matallana

Vicepresidente Técnico

Helena García

Dirección Técnica

SwissContact

Cecilia Rivera

Directora País

Claudia Sepúlveda

Coordinadora programa C+C

Equipo técnico

Mary Luz Escobar

Santiago Cajiao

María Victoria Dussán

Universidad del Rosario

Juan Miguel Gallego

Luis Hernando Gutiérrez

Mateo Cardona

Econometría Consultores

Manuela Mejía

Carolina Montoya

Edith Machado

Johana Porras

Sandra Ruiz

Inventta

Mauricio Reyes

Paulina Escobar

Erika Van den Berghe

Felipe Boada

.Puntoaparte
Editores

Coordinador Editorial

Andrés Barragán

Editor

Juan Mikán

Director de arte

Andrés Álvarez

Diseño gráfico y diagramación

Ángela Ramírez

ISBN: 978-958-53470-3-8

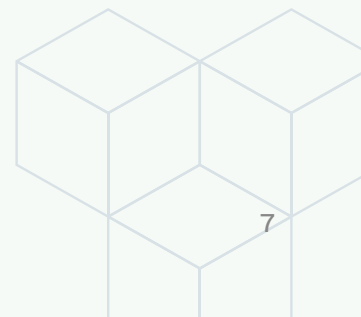
www.puntoaparte.com.co



CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	Pág. 18
RESUMEN	Pág. 20
1 LOS OBSTÁCULOS A LA INNOVACIÓN QUE ENFRENTAN LAS EMPRESAS	Pág. 42
1.1 Los tipos de obstáculos que reportan las empresas	Pág. 50
1.2 Determinantes de los obstáculos	Pág. 52
1.3 Efectos de los obstáculos sobre la actividad innovadora	Pág. 55
1.4 Mecanismos para superar obstáculos	Pág. 59
2 MAPEO DE INSTRUMENTOS DE APOYO A LA INNOVACIÓN EN EMPRESAS	Pág. 62
2.1 Panorama general de la oferta de instrumentos	Pág. 65
2.2 Según objetivos de política y capacidades del Sistema Nacional de Innovación	Pág. 67
2.3 Según tipos de empresas beneficiarias	Pág. 74
2.4 Según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos	Pág. 77
2.5 Comparación internacional	Pág. 80
3 GUÍA PARA DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE APOYO A LA INNOVACIÓN	Pág. 82
3.1 Estructura de la guía	Pág. 84
3.2 Herramientas de la guía	Pág. 89
3.3 Manifiesto	Pág. 91

4 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES DE POLÍTICA	Pág. 92
4.1 Alinear la oferta de instrumentos con los obstáculos a la innovación que perciben las empresas	Pág. 93
4.2 Diseñar instrumentos para superar los obstáculos financieros de acuerdo con el nivel de madurez de las empresas	Pág. 95
4.3 Mejorar la focalización de los instrumentos según el tamaño y especialmente la edad de las empresas	Pág. 99
4.4 Darles mayor relevancia a los instrumentos que apoyan innovaciones no tecnológicas (organizacionales, de procesos y de mercadeo)	Pág. 102
4.5 Fomentar la cooperación para la innovación teniendo en cuenta las capacidades internas de las empresas	Pág. 104
4.6 Profundizar la implementación de ArCo y de la Guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación	Pág. 107
REFERENCIAS	Pág. 108
ANEXOS	Pág. 114
A. Metodología del análisis de los obstáculos a la innovación	Pág. 116
B. Filtros y depuraciones para el mapeo de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas	Pág. 155
- Definiciones y reclasificación de los objetivos de política de CTI	Pág. 160





TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 1.	Pág. 44
Definiciones de los tipos de obstáculos a la innovación en empresas.	
Tabla 2.	Pág. 47
Obstáculos de la EDIT incluidos en cada categoría de obstáculos.	
Tabla 3.	Pág. 51
Porcentaje de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras (de la muestra relevante) que reportan obstáculos a la innovación.	
Tabla 4.	Pág. 52
Características de las empresas (de la muestra relevante) en cuanto a obstáculos percibidos, uso de recursos públicos, carácter de innovadoras y productividad laboral media, según rangos de edad.	
Tabla 5.	Pág. 53
Características de las empresas (de la muestra relevante) en cuanto a obstáculos percibidos, uso de recursos públicos, carácter de innovadoras y productividad laboral media, según rangos de tamaño (en número de empleados)	
Tabla 6.	Pág. 65
Resultados del filtro de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.	
Tabla 7.	Pág. 73
Correspondencia entre los objetivos de política y los niveles de capacidades del SNI.	
Tabla 8.	Pág. 76
Presupuesto y número de los instrumentos de apoyo a la innovación empresarial según los diferentes tipos de empresas beneficiarias a los que están dirigidos.	

Tabla 9. Pág. 79

Presupuesto y número de instrumentos de los diferentes obstáculos a la innovación hacia los que están direccionados los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.

Tabla 10. Pág. 94

Distribución de instrumentos públicos según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos (oferta) vs. Porcentaje de empresas que percibieron como altos los obstáculos a la innovación (demanda).

Tabla 11. Pág. 122

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo probit con selección (muestra relevante).

Tabla 12. Pág. 124

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo probit con selección y efectos de la cooperación y la competencia (muestra relevante).

Tabla 13. Pág. 127

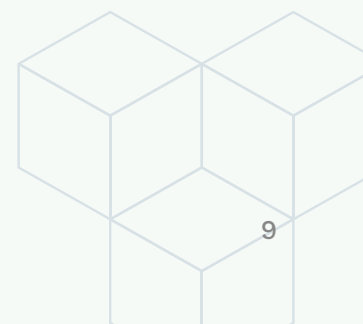
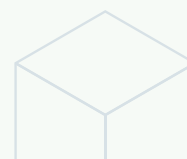
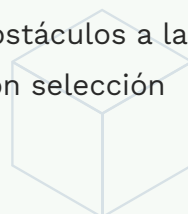
Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo Poisson (muestra relevante).

Tabla 14. Pág. 130

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo biprobit (muestra relevante).

Tabla 15. Pág. 132

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo probit con selección (muestra total).

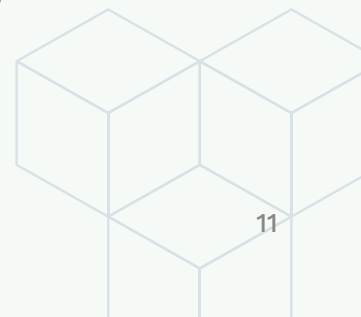
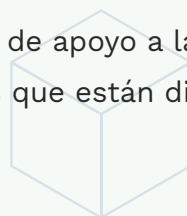




TABLAS E ILUSTRACIONES

Tabla 16.	Pág. 136
Determinantes de la propensión a obtener innovaciones (en general, tecnológicas y no tecnológicas). Resultados del modelo probit (muestra total).	
Tabla 17.	Pág. 137
Determinantes de la propensión a obtener innovaciones (tecnológicas y no tecnológicas). Resultados del modelo biprobit (muestra total).	
Tabla 18.	Pág. 138
Determinantes de la productividad de las empresas. Resultados del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (muestra relevante).	
Tabla 19.	Pág. 139
Principales características de los modos de cooperación STI y DUI.	
Tabla 20.	Pág. 143
Determinantes de la propensión a cooperar. Resultados del modelo probit simple (muestra relevante).	
Tabla 21.	Pág. 144
Determinantes de la propensión a cooperar con y sin presencia de obstáculos financieros. Resultados del modelo probit restringido (muestra relevante).	
Tabla 22.	Pág. 150
Entrevistas realizadas según ciudad y tamaño.	
Tabla 23.	Pág. 159
Subáreas de políticas de innovación en empresas y emprendimiento innovador del STIP Compass.	

Tabla 24.	Pág. 160
Tipos de empresas beneficiarias en el STIP Compass.	
Ilustración 1.	Pág. 48
Definición y características de las empresas de la muestra relevante.	
Ilustración 2.	Pág. 66
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación según entidades oferentes.	
Ilustración 3.	Pág. 68
Presupuesto de los instrumentos de apoyo a la innovación empresarial por objetivos (adicionales a innovación).	
Ilustración 4.	Pág. 68
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según objetivos de política (adicionales al objetivo de innovación).	
Ilustración 5.	Pág. 72
Escalera de capacidades y las necesidades de la política de innovación.	
Ilustración 6.	Pág. 74
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas, según entidades y niveles de capacidades del SNI.	
Ilustración 7.	Pág. 75
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación por beneficiarios.	
Ilustración 8.	Pág. 76
Presupuesto total y número de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según el tipo de empresas a las que están dirigidas.	

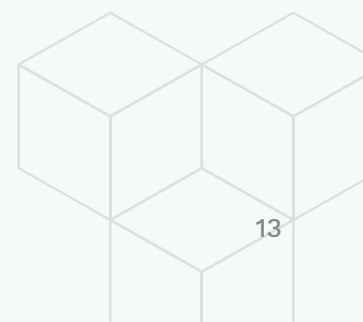




TABLAS E ILUSTRACIONES

Ilustración 9.	Pág. 77
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos.	
Ilustración 10.	Pág. 78
Distribución de los obstáculos a la innovación a los que los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas están dirigidos, por entidades oferentes.	
Ilustración 11.	Pág. 79
Diagrama de dispersión del tipo de empresas beneficiarias de los instrumentos de apoyo a la innovación por tipos de obstáculos y número de instrumentos.	
Ilustración 12.	Pág. 81
Distribución del tipo de estrategias de promoción de la innovación en empresas en Colombia y países seleccionados.	
Ilustración 13.	Pág. 85
Etapas y guías de la ruta de diseño de instrumentos.	
Ilustración 14.	Pág. 87
Guías y preguntas de reflexión según cada fase de la ruta de diseño de instrumentos.	
Ilustración 15.	Pág. 88
Estructura de una guía tipo.	
Ilustración 16.	Pág. 90
Ejemplo de una de las herramientas de la guía para diseño de instrumentos.	

Ilustración 17.	Pág. 97
Número y presupuesto de los instrumentos dirigidos hacia obstáculos financieros, según si estaban dirigidos exclusivamente a este obstáculo o también a otros.	
Ilustración 18.	Pág. 147
Línea de tiempo del trabajo cualitativo desarrollado.	
Ilustración 19.	Pág. 149
Selección de la muestra cualitativa de empresas para las entrevistas (máxima variación por región, sector y tamaño).	
Ilustración 20.	Pág. 152
Distribución de las empresas entrevistadas según edad, tamaño, sector y ciudad.	
Ilustración 21.	Pág. 157
Filtros realizados para seleccionar la muestra de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.	
Ilustración 22.	Pág. 161
Correspondencia entre las clasificaciones de objetivos de políticas de CTI.	



Agradecimientos

Este proyecto no hubiera sido posible sin la colaboración de los equipos técnicos del Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE), el Departamento Nacional de Planeación (DNP), el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias), el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo (MinCIT), iNNpulsa Colombia, Confecámaras y el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE). Agradecemos especialmente a Paula Escobar, Eliana Rodríguez, Edwin Ramírez, Juan Sebastián Robledo, Marcela Calderón, Juan Pablo García, Rosana Velasco, Óscar Corzo, Juan Sebastián Eslava, Pablo Ceballos, Sandra Martínez, Andrés Galindo, Yeinni Patiño, Horacio Coral, y Edgar Garzón. Un agradecimiento especial a Helena García quien, en su rol como Vicepresidente General del Consejo

Privado de Competitividad, coordinó el trabajo técnico de los equipos a lo largo de todo el proceso para la construcción de este documento.

Este trabajo fue enriquecido de forma definitiva por el apoyo y los conocimientos aportados por un gran número de profesionales, cuya experiencia en el diseño, ejecución y uso de instrumentos de innovación permitió recoger las lecciones aprendidas, los aciertos y los desaciertos centrados en la realidad del funcionario y de los beneficiarios dentro del ecosistema público. Una poderosa demostración de nuestro ideal compartido de transparencia y construcción colectiva. Un agradecimiento especial a todos distintos profesionales del sector público y del sector empresarial por participar de este proyecto.

Alejandro Olaya	ANDI
Alina Restrepo	Galletas Noel S.A.
Ana Ospino	iNNpulsa
Andrea Hurtado	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Andrea Mosquera	Bolsa de Valores de Colombia
Andrea Rojas	Findeter
Andrés Felipe López	Anglo Gold Ashanti
Andrés Galindo	Ministerio de Comercio, Industria y Turismo
Andrés León	Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural
Ángela Charry	Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA)
Ángela María Prieto	Ruta N
Brian Sarria	iNNpulsa
Camilo Pecha	Departamento Nacional de Planeación (DNP)
Camilo Velásquez	Bancolombia
Chate Restrepo	SGS
Claudia Calvo	Insaltec
Claudia Tinjacá	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación

Kristina Acevedo	Intcomex
Daniela Rico	ANDI
Darlin Rodríguez	iNNpulsa
Diego Silva Ardila	Observatorio Colombiano De Ciencia Y Tecnología
Edwin Javier Ramírez	Departamento Nacional de Planeación
Emiro Tovar	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Juan Felipe González	Compite
Fredy Borja	Grupo Bolívar
Gina Marcela Calderón	Departamento Nacional de Planeación
Gonzalo Nieto	Procaps
Helena Jiménez	iNNpulsa
Horacio Coral	DANE
Ivonne Otálora	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Jaime Giraldo Martínez	Gobernación del Atlántico
Johanna Padilla	Cámara de Comercio de Cali
Josué Cobaleda	iNNpulsa
Juan David Builes	iNNpulsa
Juan David Penagos	Grupo Familia
Juan Felipe López Sierra	iNNpulsa
Karen Duarte	Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones
Keyla Durán	Fiducoldex
Leonor Hidalgo	Ruta N
Lisbeth Parada	Bancoldex
Luis Felipe Barrientos	iNNpulsa
Luis Miguel Guerrero	Cámara de Comercio de Cali
María Camila Patiño Moreno	Departamento Nacional de Planeación
María Carolina Gómez Mahecha	iNNpulsa
Marta Serna	Cámara de Comercio de Manizales
Mónica Tenjo	Universidad Abierta y a Distancia
Nathaly Vélez	Secretaría TIC Nariño
Patricia Salazar	Universidad de Caldas
Paula Díaz	Búho Media
Rosana Velasco	iNNpulsa
Sebastián Eslava	Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación
Sergio Andrés Mendoza Paredes	iNNpulsa
Yeinni Andrea Patiño Moya	Confecámaras

Asimismo, agradecemos a todas las empresas y personas que participaron de las entrevistas a profundidad y grupos focales por su disposición a expresar sus experiencias y opiniones.

Gracias.



INTRODUCCIÓN

La innovación es una de las principales fuentes de aumento de la productividad, requisito necesario para generar crecimiento económico sostenido en los países. Sin embargo, las empresas en Colombia tienen bajos niveles de innovación. De acuerdo con la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) que publica el DANE, entre 2017-2018 el 20,8% de las empresas manufactureras del país clasificaron como innovadoras, y entre 2016-2017 el 22,6% de las empresas de servicios; demás, este porcentaje ha venido disminuyendo desde que entre 2009-2010 el 34,5% de las empresas manufactureras y entre 2010-2011 el 31,5% de las empresas habían sido clasificadas como innovadoras (CPC, 2019). Por otra parte, el país obtuvo el menor puntaje en el pilar de capacidad de innovación del Índice Global de Competitividad del WEF en 2019, y ocupó el puesto 73 de 140 países, por debajo de su posición en

el ranking general (57). Por ello, el Gobierno ha establecido como meta del Plan Nacional de Desarrollo 2018-2022 (PND) aumentar la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI) a 1,5% del PIB en 2022, de los cuales se espera que el 70,9% de la inversión entre 2019 y 2022 provenga del sector privado, apalancada por recursos públicos.

Bajo este contexto, el Consejo Privado de competitividad (CPC), la Cooperación Suiza (SECO) y Swisscontact lideraron el proyecto Análisis de obstáculos a la inversión privada in I+D+i en Colombia y propuesta metodológica para diseño de instrumentos de innovación desde la demanda. Sus objetivos fueron 1) entender cuáles restricciones enfrentan las firmas del país para invertir en actividades de innovación; 2) cómo los instrumentos públicos de apoyo a la innovación empresarial ayudan (o no) a resolverlas; y 3) cómo mejorar dichos

instrumentos. Así, el proyecto analizó las barreras a la innovación más apremiantes para las empresas y proveyó recomendaciones para mejorar el portafolio de instrumentos de apoyo a la innovación con un enfoque de demanda—es decir, desde la perspectiva de las empresas.

En primera instancia, el proyecto realizó un mapeo de la oferta de instrumentos públicos de apoyo a la innovación en empresas del país a partir de la información de instrumentos recogida por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE) en 2019 en el marco del lanzamiento y primera implementación de la Metodología de Articulación de instrumentos (ArCo).

Luego, a partir de un estudio cualitativo (liderado por Econometría Consultores) basado en entrevistas a profundidad y grupos focales con gerentes o directores de innovación de empresas de diferentes regiones, sectores y tamaños, y a partir de un estudio cuantitativo (liderado por la Universidad del Rosario) basado en estimaciones econométricas usando los datos de la EDIT, el proyecto consolidó un análisis de los obstáculos a la innovación que enfrentan las empresas del país, indagando acerca del tipo de obstáculos que enfrentan, sus determinantes, los mecanismos para afrontarlos, y su incidencia sobre la actividad innovadora.

Basado en los anteriores análisis, el proyecto analizó la correspondencia entre la oferta de instrumentos

públicos de apoyo a la innovación y la demanda de las empresas en términos de los obstáculos a la innovación que enfrentan. Este cruce permitió plantear recomendaciones y abrir la puerta a discusiones de política pública acerca de la alineación entre el portafolio de instrumentos públicos y las necesidades de los empresarios, con el fin de lograr una oferta pública de instrumentos más eficiente y con mejores resultados para la innovación en el país.

Por último, el proyecto elaboró una guía de diseño de instrumentos de innovación (liderado por Inventta). Esta guía va dirigida a funcionarios públicos y tomadores de decisiones sobre instrumentos públicos, y tiene como objetivo brindar una serie de recomendaciones y buenas prácticas para una mejor elaboración y ejecución de instrumentos públicos de apoyo a la innovación teniendo en cuenta las necesidades de las empresas, y de esa manera ofrecer a las empresas del país mecanismos más efectivos para superar las barreras a la innovación que enfrentan.

Desde el Consejo Privado de Competitividad, SwissContact y la Cooperación Suiza (SECO) se tiene la convicción de que este documento aportará insumos valiosos para el mejoramiento de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación y así, junto todos los demás esfuerzos que vienen desarrollando entidades públicas, privadas, de la academia y de la sociedad civil, Colombia sea un país más innovador y productivo.



Resumen

Los obstáculos a la innovación que enfrentan las empresas

Este estudio analizó qué tipo de obstáculos a la innovación enfrentan las empresas del país, cuáles son los determinantes de estos obstáculos, cuáles son sus efectos sobre la actividad innovadora de las empresas, y qué mecanismos usan las empresas para superarlos. Para el análisis, se empleó una metodología mixta que permitió indagar de manera más profunda acerca de las dinámicas de innovación de las empresas y los obstáculos que enfrentan, usando información estadística-cuantitativa que se complementó con información cualitativa desde la percepción y experiencia de empresarios entrevistados.

Durante el proceso de desarrollo y explotación de innovaciones, las empresas enfrentan incertidumbre de varios tipos: costos, viabilidad técnica, tamaño de la demanda, retornos, mecanismos de protección sobre los resultados, entre otros. Estos tipos de incertidumbre pueden dificultar, ralentizar, hacer que los proyectos fracasen o inclusive disuadir a las empresas de llevarlos a cabo. Estos obstáculos pueden agruparse de diferentes formas para analizarlos mejor; a lo largo de este proyecto, se tomaron como referencia cuatro categorías de obstáculos que una empresa puede experimentar en sus proyectos o procesos de innovación:



1. Financieros

Aquellos asociados a la falta de recursos financieros suficientes.¹



2. De conocimiento

Aquellos relacionados con la falta de capacidades internas en materia tecnológica-científica.



3. De mercado

Aquellos asociados con las dificultades de colocar los productos nuevos/mejorados en el mercado, que fueron resultados de los proyectos de innovación, y obtener un éxito comercial.



Regulatorios

- ## 4.
- Aquellos relacionados con la falta de un marco legal e institucional que promueva unas 'reglas de juego' estables y adecuadas en materia de protección de la propiedad intelectual, de regulaciones y reglamentos técnicos, exigencias técnicas de calidad de los productos, y en general al ambiente de negocios del ecosistema en el cual la empresa se desenvuelve.

1. Una cuestión relevante acerca de los obstáculos financieros es cuál es el fin específico de los recursos financieros de los que una empresa carece. La falta de dinero usualmente puede no ser un obstáculo en sí mismo, sino que es la consecuencia de la falta de otra cosa (p.e. la necesidad de contratar a un investigador, adquirir una licencia, comprar maquinaria, realizar un estudio de mercado, etc.); en ese caso, la necesidad directa no son los recursos financieros, sino que estos son un medio para subsanar dicha necesidad.

Tipos de obstáculos a la innovación en empresas



Financieros:

- Asociados a la falta de recursos financieros suficientes para ejecutar proyectos de innovación.
- Con fines técnicos: comprar insumos, pagar salarios, gastos administrativos de proyectos, pruebas y ensayos, testeo de prototipos.
- Con fines comerciales: hacer estudios de mercado, estrategias de mercadeo, establecer canales de distribución, lanzamiento.



De conocimiento:

- Falta de capacidades generales administrativas.
- Procesos internos.
- Habilidades para formular y ejecutar proyectos de innovación.
- Falta de capacidades técnico-científicas.
- Personal (conocimiento tácito).
- Patentes o equipos (conocimiento explícito).



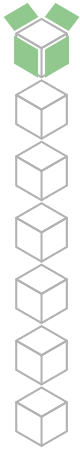
De mercado:

- Dificultades de colocar los productos nuevos o mejorados y obtener un éxito comercial.
- Falta de cliente de demanda potencial, de canales de distribución, de conocimiento de preferencias del consumidor, etc.
- Estructura y concentración del mercado.



Regulatorios/institucionales:

- Falta de un marco legal e institucional que favorezca el ambiente de negocios.
- Protección de la propiedad intelectual.
- Regulaciones, reglamentos y exigencias técnicas de calidad de los productos.



En el estudio se observó que el obstáculo de conocimiento es el que más perciben los empresarios colombianos a la hora de innovar. Durante las entrevistas destacaron que el conocimiento es un obstáculo por la escasez de personal calificado y con experiencia en innovación que pueda aportar a los procesos y proyectos de innovación de la organización. También resaltaron que la desarticulación entre las entidades gubernamentales genera obstáculos regulatorios, y que el actual sistema de propiedad intelectual del país es insuficiente para proteger los resultados de innovación porque genera gastos adicionales en tiempo y dinero. En cuanto a los obstáculos financieros, las empresas perciben que realizar innovaciones es costoso y que la complejidad de cumplir con los requisitos específicos para lograr financiación de terceros es alta.

Luego, se encontró que los determinantes de las barreras a la innovación que enfrentan las empresas son heterogéneos por tipo de obstáculo y por actividad económica. Es decir, cuando se pretende entender los contextos externos e internos a las empresas al enfrentar barreras a la innovación, no se puede generalizar ni por sector económico ni por tipología de obstáculo. En los dos sectores analizados (manufacturas y servicios), la percepción de los cuatro grupos de obstáculos varía según la edad, tamaño, niveles de concentración industrial, actividad económica y departamento en el que está ubicada la empresa. Sin embargo, en cuanto al tamaño y la

edad de las empresas se encontró un patrón: entré más grande y de mayor madurez (tiempo de existencia) sean, menor es su probabilidad de percibir obstáculos.

También se identificó que los obstáculos financieros tienen un carácter disuasivo, mientras que los otros tres tipos de obstáculos tienen un carácter revelado; es decir, que los obstáculos financieros pueden hacer que una empresa desista de su proceso de innovación, mientras que los obstáculos de conocimiento, mercado y regulatorios, les permiten tener un proceso de aprendizaje a medida que van enfrentando esos obstáculos. En general, se pudo observar que aun cuando los empresarios entrevistados reconocieron como importante alguna de las barreras presentadas o en su defecto todas, la mayoría las percibe como superadas (o que son superables), pero no las encuentra como problemas o aspectos a partir de los cuales hayan decidido no continuar con sus proyectos de innovación. Las ven como parte del proceso empresarial y han buscado en todos los casos solucionar dichos obstáculos para lograr las metas propuestas.

Del análisis de los mecanismos que tienen las empresas para superar sus obstáculos se encontró que para superar los obstáculos de conocimiento y de mercado, los empresarios prefieren buscar herramientas diferentes a los instrumentos públicos puesto que consideran que es difícil acceder a esos instrumentos por la cantidad de documentación

que se requiere para las postulaciones y el tiempo que se necesita para prepararlos y realizar el seguimiento al proceso. No obstante, manifestaron que para enfrentar el obstáculo financiero sí se apoyan en los instrumentos ofrecidos aunque no sean procesos sencillos de culminar. Una de las percepciones de los empresarios es que los instrumentos de apoyo público a la innovación no están enfocados hacia solucionar el obstáculo regulatorio.

Un mecanismo importante para superar los obstáculos a la innovación es la cooperación con la academia, proveedores, clientes, o incluso con sus competidores. Las principales motivaciones que han tenido los empresarios para buscar colaboraciones con socios externos tienen que ver con acceder a soluciones de conocimiento, herramientas tecno-

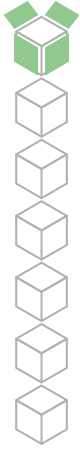
lógicas e infraestructura, y reconocimiento y posición en el mercado. La cooperación aparece como una solución para todas las empresas sin importar el sector, la edad o la región, y que las capacidades de absorción de conocimiento de las empresas, de intensidad de la inversión en ACTI y de protección a la propiedad intelectual muestran una relación positiva con la probabilidad de las empresas de llegar a acuerdos de cooperación. Por último, los hallazgos cuantitativos sugieren que la cooperación ha servido para mitigar los efectos de los obstáculos de mercado y conocimiento en las empresas manufactureras, y la cooperación con actores del área de I+D ha mitigado los efectos de los obstáculos financieros. Para las empresas de servicios, la cooperación ha servido para contrarrestar los obstáculos de mercado.

Mapeo de instrumentos públicos de apoyo a la innovación

El análisis de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas se basó en los mapeos realizados por el Banco Mundial y DNP en 2015 y por el DNP y la DAPRE en 2019, en los que se encuestaron funcionarios de diferentes entidades relacionadas con el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación del país². A partir de la información recolectada, se realizaron filtros y depuraciones para focalizar el

análisis en aquellos instrumentos de promoción de la innovación en empresas. Con dicha muestra seleccionada, se analizó la distribución de los instrumentos según entidades, presupuesto, objetivos de política de CTI, su contribución al fortalecimiento de las capacidades del Sistema Nacional de Innovación (SNI), tipos de beneficiarios, y tipos de obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos.

.....
 2. El mapeo realizado en 2015 por el Banco Mundial y DNP recolectó información sobre instrumentos vigentes durante el periodo 2010-2014.



Entidades y presupuesto

El panorama general de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas en 2019 muestra que las entidades con mayor número de instrumentos son a la vez las de mayor presupuesto. iNNpulsa, MinCIT y Colciencias³ (ahora MinCiencias) son las de mayor número de instrumentos (suman 32% entre los tres) y presupuesto (suman 64%), mientras que Bancóldex y SENA los de menor (ambos con un único instrumento, que suma menos del 2,5% del presupuesto total).

Comparado con la oferta del análisis de 2015, en 2019 el número de instrumentos aumentó; algunas entidades aumentaron su número mientras otras redujeron, lo cual da indicios de que puede haber una heterogeneidad entre entidades en cuanto a su planeación interna y sus criterios para la formulación de instrumentos.

Objetivos de política

En cuanto a los objetivos de política⁴, se tiene que en general la oferta está distribuida entre todos los objetivos y que no hay especialización en las entidades. Los objetivos más frecuentes son la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) (20% de los instrumentos) y la formación de capital humano (20%), y los menos frecuentes son financiación (8%) y calidad (4%). Los objetivos con mayor número de instrumentos son los que tienen mayor presupuesto.

Existe baja focalización en cuanto al número de objetivos a los que apuntan los instrumentos, pues una buena parte de los instrumentos (49%) reportan tres o más objetivos a la vez. A nivel de entidades, se presenta una heterogeneidad en cuanto al grado de especialización de las entidades según los objetivos de política de sus instrumentos, pues solo dos de ellas se enfocan en tres o menos objetivos, mientras que las demás se enfocan en cuatro o más objetivos.

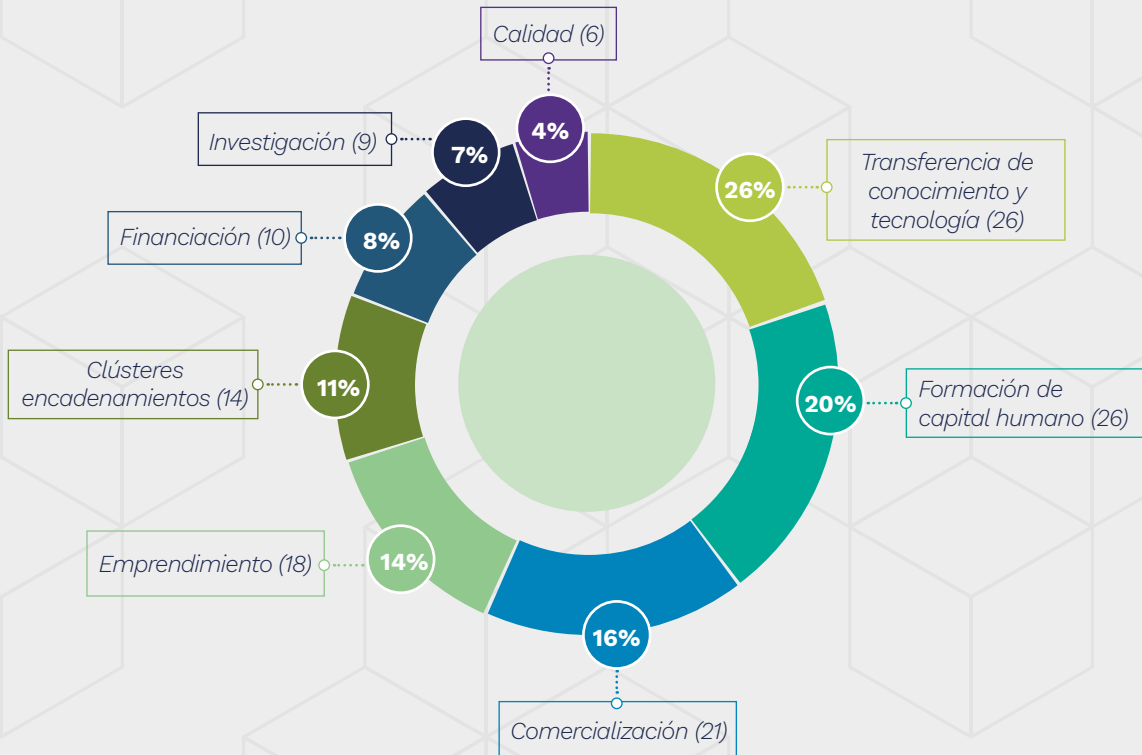
3. Para facilidad de comparación entre entidades, en la mayoría del análisis no se incluyó el instrumento de beneficios tributarios de Colciencias, pues cuenta con un presupuesto de COP \$1 billón que supera significativamente al de cualquier otro instrumento.

4. Los objetivos de política provienen del borrador de Política de CTI y de la Política de Desarrollo Productivo (CONPES 3866). Estos son: 1) innovación, 2) emprendimiento, 3) transferencia de conocimiento y tecnología (TCT), 4) investigación, 5) formación de capital humano, 6) calidad, 7) clúster/encadenamientos, 8) financiación, y 9) comercialización.

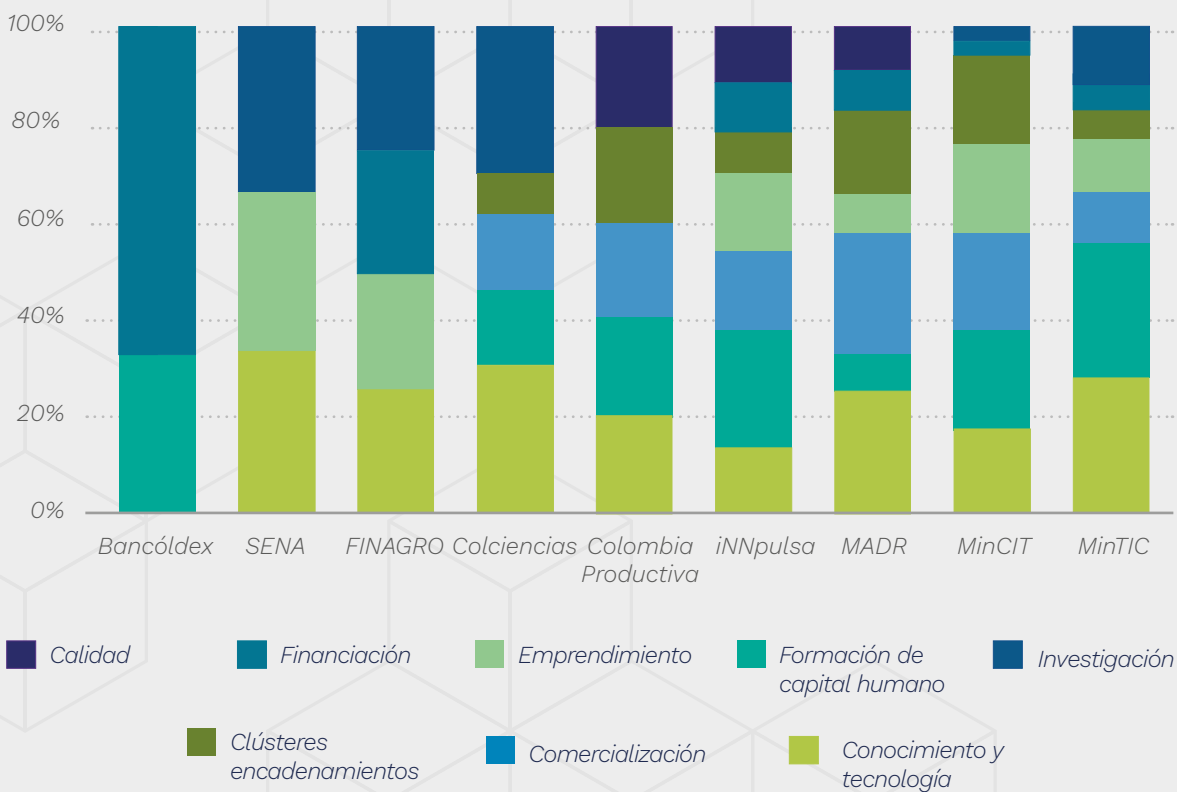
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según objetivos de política (adicionales al objetivo de innovación).

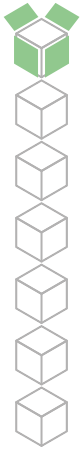
Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

A. Por número de instrumentos



B. Por entidad





Capacidades del Sistema Nacional de Innovación (SNI)

El concepto de SNI señala que la innovación es un proceso de aprendizaje colectivo en un sistema en que todos sus elementos (firmas, universidades, centros de I+D, gobierno, etc.) interactúan entre sí para intercambiar, almacenar, generar, difundir y usar conocimiento, y en el que al final el sistema en su conjunto es mayor a la suma de sus partes (Lundvall y otros, 2002). Existen diferentes niveles de análisis de los SNI, los cuales se complementan entre sí en los procesos de innovación que tienen lugar en el sistema: un nivel microeconómico al interior de las firmas, un nivel mesoeconómico que trata del relacionamiento entre actores del sistema, y un nivel macroeconómico que incluye la configuración institucional de factores transversales que afectan a todo el sistema (OECD, 1999).

La distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas es relativamente similar entre los tres niveles de capacidades del SNI (capacidades internas de las firmas, factores transversales y relacionamiento entre actores), lo cual puede estar en línea con un SNI en proceso de maduración como el colombiano. Sin embargo, exis-

te una baja focalización tanto de instrumentos como de entidades; es decir, la mayoría de los instrumentos y de entidades están dirigidos hacia fortalecer varios niveles de capacidades del SNI a la vez.

Tipos de beneficiarios

En lo relacionado con los beneficiarios de los instrumentos, se tiene que hay una distribución similar entre los instrumentos destinados sólo a empresas/emprendedores y aquellos destinados a empresas/emprendedores junto con otro tipo de actores (personas naturales, organizaciones de conocimiento, gobierno, y otros). Luego, al desagregar el tipo de empresas beneficiarias, se observa que las PYME concentran el mayor presupuesto y número de instrumentos seguido de las microempresas, y que los emprendimientos son con los que menos recursos e instrumentos cuentan, inclusive menos que las grandes empresas.

Hay una baja focalización de los instrumentos y entidades según el tipo de empresas beneficiarias a los que están dirigidas—la mayoría de los instrumentos y de entidades están dirigidas a varios tipos de empresas a la vez—, y además no hay ninguna entidad dedicada exclusivamente a

emprendimientos o microempresas. Se tiene que el 8% de los instrumentos con 3,9% del presupuesto están destinados para sólo un tipo de empresa, mientras que el 34% de los instrumentos con el 42,4% del presupuesto están destinados a tres tipos de empresas a la vez, y el 19% de los instrumentos con el 14,3% van para todos los tipos de empresas a la vez.

Tipos de obstáculos a la innovación⁵

En cuanto a los obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos los instrumentos (es decir, los tipos de obstáculos que una empresa podría resolver si aplicara dichos instrumentos), en 2019 la mayoría de los instrumentos (sin contar el instrumento de beneficios tributarios) se concentraban en los obstáculos de conocimiento (44%) y de mercado (21%), los cuales a su vez reúnen el mayor presupuesto (42% y 28%, respectivamente). Le siguen los de obstáculos financieros (23% del total, con el 26% del presupuesto), los cuales en su mayoría ofrecen cofinanciamiento a proyec-

tos; tan solo se identificaron tres instrumentos de crédito. Por último, el 6% de los instrumentos, con 3% del presupuesto total, están dirigidos hacia los obstáculos regulatorios.

Buena parte de los instrumentos (el 51% de los instrumentos con el 34% del presupuesto) están focalizados en atender un obstáculo a la innovación específico, pero a nivel de entidades existe heterogeneidad en cuanto al grado de especialización—algunas entidades como Bancóldex, SENA y Colombia Productiva se enfocan en uno o dos tipos de obstáculos, mientras que la mayoría en tres o cuatro.

Al distinguir los instrumentos según el tipo de empresas beneficiarias y el tipo de obstáculos a la innovación enunciados en sus objetivos, se tiene que las MIPYME son las que pueden acceder a un mayor número de instrumentos y presupuesto para enfrentar obstáculos financieros, de conocimiento y de mercado; y los emprendimientos, los que menos. Para los obstáculos regulatorios no hay diferencias entre el tipo de empresas beneficiarias.

5. A partir de las definiciones de los tipos de obstáculos a la innovación, se revisaron las características de cada uno de los instrumentos mapeados y, de acuerdo con el tipo de ayuda que ofrecían o problema que intentaban solucionar, se les asignaron manualmente los tipos de obstáculos hacia los cuales están dirigidos.

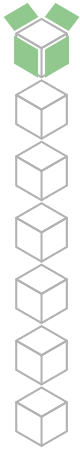


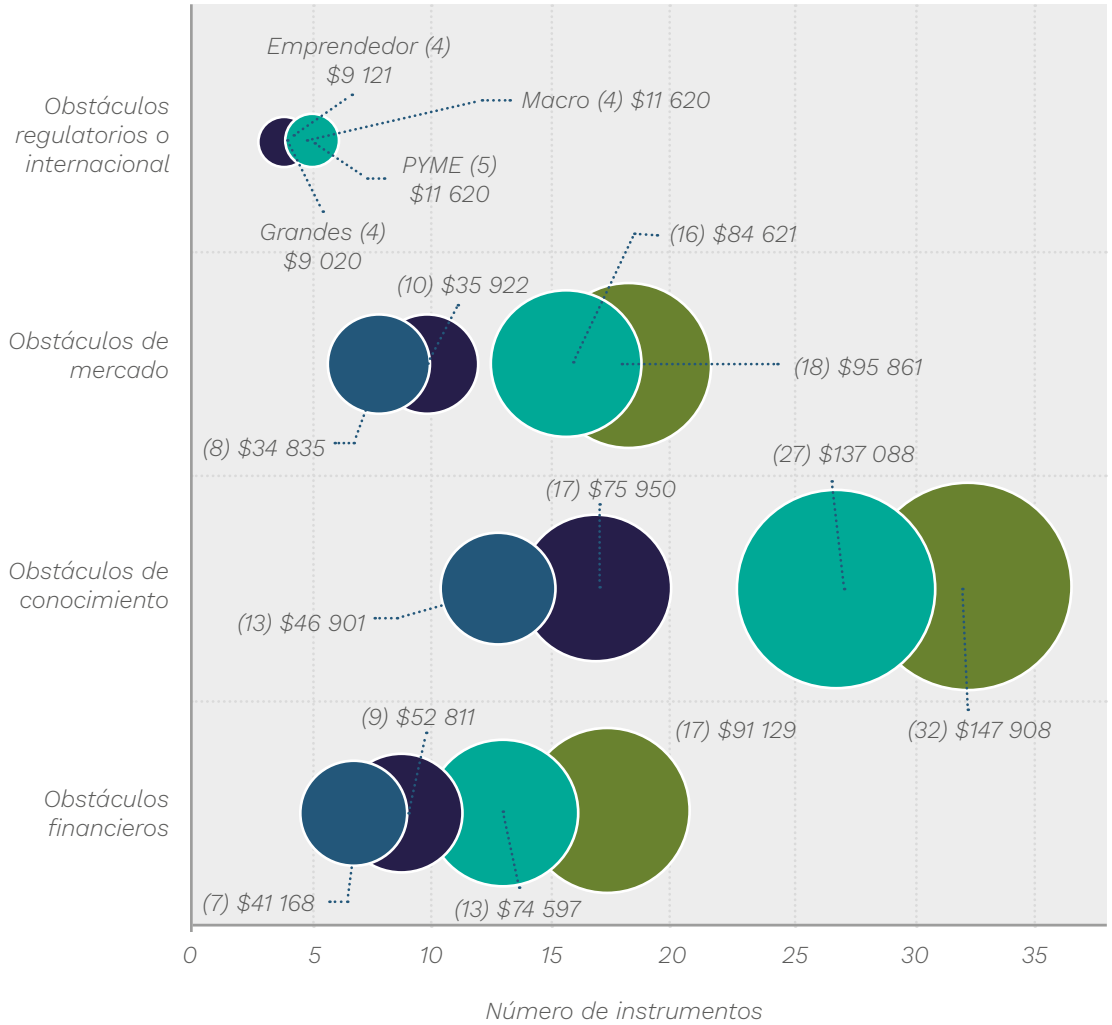
Diagrama de dispersión del tipo de empresas beneficiarias de los instrumentos de apoyo a la innovación por tipos de obstáculos y número de instrumentos.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

- Emprendedor
- Micro
- PYME
- Grandes

*El tamaño de las burbujas corresponde al presupuesto. Entre paréntesis, número de instrumentos.

**Para facilidad del análisis, no se incluye beneficios tributarios (presupuesto de COP \$1 billón).



Comparación internacional

Se realizó un contraste entre la distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas en Colombia con otros países de referencia en materia de innovación usando la base de datos del Science, Technology and Innovation Policy (STIP) Compass, publicado por la Comisión Europea y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). Esta base de datos reúne información de varios países del mundo en la que, a partir de encuestas a funcionarios públi-

cos, se indaga acerca de los instrumentos y políticas de CTI en sus respectivos países.

Se observa que Colombia tiene una menor proporción de instrumentos dirigidos a apoyar empresas jóvenes innovadoras, a facilitar el acceso a financiamiento a la innovación, y a promover la innovación a través de la inversión extranjera directa comparado con el promedio de países de América Latina, la OCDE y la Unión Europea. Además, en Colombia las empresas

tienen un peso relativamente menor dentro del conjunto de posibles beneficiarios de instrumentos de apoyo a la innovación, mientras que otros tipos de beneficiarios como las entidades gubernamentales; investigadores, estudiantes y profesores; e instituciones de educación e investigación tienen una mayor participación en comparación con los mismos países de referencia.

Resultados del mapeo

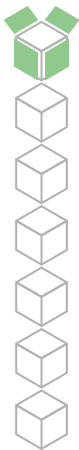
Entonces, reuniendo los anteriores resultados del mapeo, se tiene que:

- Existe una baja especialización en cuanto a los objetivos de política, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos tanto los instrumentos como las entidades.
- Buena parte de los instrumentos y de las entidades están dirigidos a varios objetivos, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la vez.
- A nivel de entidades hay una relación directa entre presupuesto y número de instrumentos, número de objetivos y número de tipos de beneficiarios: las entidades con mayor presupuesto tienden a tener, dentro de su oferta de instrumentos, más instrumentos, objetivos y tipos de beneficiarios.

Los resultados de este análisis plantean dos reflexiones. Por un lado, el cómo la mezcla de instrumentos contribuye a fortalecer los diferentes niveles de capacidades del SNI teniendo en cuenta que el SNI de Colombia está en proceso de maduración y existe heterogeneidad en sus capacidades de innovación. Buena parte de las empresas y regiones están apenas en etapa de gestación, de manera que requieren de instrumentos para instaurar condiciones transversales y desarrollar capacidades internas en las firmas, mientras otras se encuentran en estadios superiores y requieren de instrumentos que promuevan la colaboración y la toma de riesgos de largo plazo.

Por otro lado, el análisis lleva a reflexionar sobre si la oferta debiera estar caracterizada por tener menos instrumentos, menos objetivos y menos tipos de beneficiarios; es decir, si los instrumentos deberían estar mejor focalizados. También, si las entidades deberían estar más especializadas, cada una enfocándose en ofrecer instrumentos destinados a ciertos objetivos, beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación sin generar traslapes. Este es el propósito para el cual se desarrolló la Metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo)⁶.

⁶. Esta metodología fue desarrollada por el DNP junto con el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE), y busca eliminar, fusionar, definir roles, empaquetar y generar rutas para los instrumentos de política con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público en CTI.



Guía de diseño de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas

Como parte del proyecto, se elaboró una Guía de diseño de instrumentos de innovación bajo el liderazgo de Inventta y el acompañamiento del equipo del CPC y SwissContact. La Guía tiene como objetivo ser una herramienta práctica que brinde una serie de recomendaciones y buenas prácticas para una mejor elaboración y ejecución de instrumentos públicos de apoyo a la innovación teniendo en cuenta las necesidades de las empresas, y de esa manera ofrecer a las empresas del país mecanismos más efectivos para superar las barreras a la innovación que enfrentan. Los usuarios hacia los cuales va dirigida la Guía son los funcionarios públicos encargados de diseñar instrumentos de apoyo a la innovación, así como tomadores de decisión sobre instrumentos de apoyo a la innovación.

La elaboración y uso de esta guía se enmarca en la Metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo), la cual es una iniciativa comprehensiva que viene desarrollando el gobierno desde 2018 en cabeza del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE) por racionalizar y mejorar la oferta de instrumentos de ciencia, tecnología e innovación que ofrecen las diferentes entidades públicas del país. Más allá de buscar

mejorar cada instrumento individualmente, ArCo pretende optimizar todo el portafolio de instrumentos, y la Guía de diseño de instrumentos de apoyo a la innovación también busca contribuir a ese propósito.

Para el diseño de la Guía, se llevaron a cabo entrevistas (formales e informales) y grupos de discusión con funcionarios y exfuncionarios públicos de entidades como iNNpulsa, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (antes Colciencias), Bancóldex, SENA, y otros; con consultores y expertos en ciencia, tecnología e innovación que han participado en la formulación y ejecución de instrumentos públicos del sector; y con empresarios que se han postulado y/o han sido beneficiarios de este tipo de instrumentos.

Las recomendaciones que brinda la guía partieron de la identificación de la ruta (*journey map*) que un funcionario público debe seguir para la elaboración de un instrumento, pasando por el origen y conceptualización del instrumento hasta la ejecución y cierre de este. Si bien la construcción de un instrumento no es lineal y se dan iteraciones y reprocesos, la ruta se dividió en dos grandes fases: una conceptual y otra estructural. A su vez, cada fase tiene unas etapas que tienen su propia guía, de manera que en total se tienen nueve guías (cuatro de la fase conceptual y cinco de la fase estructural). Cada guía responde a unas

preguntas específicas relacionadas con la etapa de la ruta del diseño de instrumento a la que pertenece. Para mayor facilidad de consulta de las guías, estas ofrecen un vademécum de problemas frecuentes en el diseño de instrumentos para ubicar de manera más fácil la guía que aborda el aspecto buscado. Además, las guías ofrecen herramientas visuales en formato tipo CANVAS que facilita implementar y hacerle seguimiento a las recomendaciones y buenas prácticas plasmadas en cada etapa.

Guías y preguntas de reflexión según cada fase y etapa de la ruta de diseño de instrumentos.



Fase conceptual

Guía 1: Origen

¿Conocen el propósito y las restricciones de la solicitud de diseño que dieron?

Guía 2: Beneficiarios

¿Las barreras que se busca superar son realmente relevantes para los beneficiarios?

Guía 3: Tipo de apoyo

¿Tiene identificados varios mecanismos de intervención coherentes con el propósito del instrumento, las restricciones y las capacidades de los beneficiarios?

Guía 4: Valoración del abordaje planeado

¿Es coherente el concepto del instrumento hasta este momento?



Fase estructural

Términos de referencia: ¿cuáles son las reglas de participación en el instrumento?

Guía 5: Descripción del instrumento

¿El instrumento presenta las condiciones y técnicas jurídicas para ser lanzado?

Guía 6: Postulación

¿El proceso de postulación le permite al interesado entender cómo puede participar en el instrumento?

3 prácticas clave en el diseño de términos de referencia.

Guideline de ejecución: ¿Qué pautas seguir para una mejor ejecución?

Guía 7: Divulgación

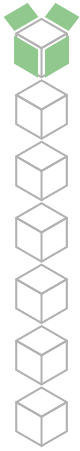
¿Ha definido la estrategia de divulgación para llegar a los beneficiarios que le interesan?

Guía 8: Gestión contractual

¿El proceso de monitoreo y supervisión le permite tomar acciones oportunas sin despegar a los actores involucrados?

Guía 9: Evaluación del instrumento

¿Los indicadores de resultados e impacto están alineados en el propósito del instrumento?



La Guía también ofrece un manifiesto ejecutivo con once recomendaciones puntuales sobre buenas prácticas en el diseño de instrumentos, que además se alinean con varias de las recomendaciones establecidas por la metodología ArCo, dirigido hacia tomadores de decisiones y altos funcionarios públicos. Estas son:

1. El que mucho abarca,

poco impacta: Los instrumentos, entre mejor enfocados, mejores resultados dan, no le ponga más cargas de las que puede resolver.

2. Cada niño con su juguete:

Intentar impactar con el mismo instrumento a diferentes beneficiarios termina por disminuir el impacto en cada uno.

3. El escritorio es el peor lugar para conocer el mundo:

Es preciso dedicar esfuerzos para entender y validar necesidades en los beneficiarios, la información secundaria ayuda, pero no es suficiente.

4. Los billetes no se estiran:

Siempre que se impacte a un volumen grande de beneficiarios será un objetivo importante, cuide que no sea a costa del impacto y profundidad que se alcanza.

5. Más no siempre es mejor:

Es necesario tener un balance entre el tamaño del beneficio y la cantidad de beneficiarios sin disminuir el alcance e impacto del instrumento.

6. Despacio que voy de prisa:

Recortar los tiempos mínimos técnicos para cumplir restricciones de tiempo afecta enormemente los resultados y percepción sobre un instrumento.

7. Cuando solo tienes un martillo...

Los instrumentos deben responder a necesidades de los beneficiarios, no al revés.

8. Al César lo que es

del César... Ayude a alinear los intereses y preocupaciones de las áreas técnicas y jurídicas.

En un juego de fuerzas siempre alguien pierde, y queremos sumar, no perder.

9. Zapatero a tus zapatos

Hay muchos desafíos para abordar, enfóquese en los más alineados con su entidad y colabore con otras entidades para resolver los que les corresponde.

10. Construir sobre lo

construido: Estudiar cómo han operado los instrumentos dentro de su entidad, con el fin de usar lo que funciona y aprender sobre lo que no.

11. Entre bomberos no nos

pisamos las mangueras Revisar las problemáticas que ya están siendo abordadas por otras entidades para garantizar que no haya duplicidad.

Recomendaciones de política

Al analizar la correspondencia entre la oferta de instrumentos públicos de apoyo a la innovación y la demanda o necesidades de las empresas en términos de los obstáculos a la innovación que enfrentan, se formularon seis recomendaciones de política que buscan promover una oferta de instrumentos más eficiente y con mejores resultados para la innovación en el país.

1. Alinear la oferta de instrumentos con los obstáculos a la innovación que perciben las empresas

Los obstáculos de conocimiento son los más percibidos por las empresas de ambos sectores y se puede observar que estos también son los obstáculos en los que están más concentrados los instrumentos de innovación; es decir, que hay una alineación entre la percepción que tienen los empresarios y la oferta de instrumentos dirigidos hacia este tipo de obstáculos. Sin embargo,

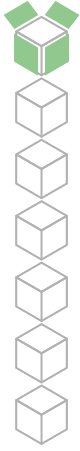
esto no ocurre con los obstáculos regulatorios, los cuales son los que menor oferta de instrumentos tienen a pesar de ser los segundos con mayor percepción por parte de las empresas. Tampoco ocurre con los obstáculos financieros, los cuales son los que han tenido la menor percepción por parte de las empresas (ver Tabla 1), pero son disuasivos.

Por ello, es importante tener una oferta más sólida, diversificada y alineada con los principales obstáculos que enfrentan las empresas, en especial de conocimiento y regulatorios. Por ejemplo, se requiere profundizar las políticas educativas y de formación para el trabajo de modo que se resuelvan las carencias de mano de obra calificada en el mercado laboral, así como implementar políticas de mejora regulatoria y de facilitación del ambiente de negocios para proveer unas condiciones básicas para el funcionamiento de las empresas y la adecuada puesta en marcha de proyectos de innovación.

Distribución de instrumentos públicos según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos (oferta) vs. Porcentaje de empresas que percibieron como altos los obstáculos a la innovación (demanda).

Fuente: elaboración propia.

Oferta de instrumentos según obstáculos a la innovación	Demanda (obstáculos a la innovación que perciben las empresas)	
	Empresas manufactureras	Empresas de servicios
De conocimiento (44%)	De conocimiento (49,6%)	De conocimiento (26%)
De mercado (27%)	Regulatorios (46,7%)	Regulatorios (24,4%)
Financieros (23%)	De mercado (44%)	De mercado (23,2%)
Regulatorios (6%)	Financieros (40%)	Financieros (22,7%)



2. Diseñar instrumentos para superar los obstáculos financieros a la innovación de acuerdo con el nivel de madurez de las empresas

Para las empresas, los obstáculos financieros son disuasivos (pueden hacer que las empresas desistan de sus procesos de innovación), mientras que los demás tipos de obstáculos -de conocimiento, de mercado y regulatorios- son revelados (es decir, son percibidos pero las empresas aprenden a superarlos).

Sin embargo, la visión de que una vez que las empresas tienen los recursos financieros suficientes para emprender proyectos de innovación superan los demás obstáculos y finalizan dichos proyectos exitosamente, presupone que cuentan con las habilidades y capacidades internas suficientes para gestionar los proyectos de innovación y sobrellevar los obstáculos que se presenten. Sin embargo, los datos de la Encuesta Mundial de Gestión (WMS) del Banco Mundial y del módulo de Capacidades Gerenciales que se incluyó en la última versión de la EDIT manufacturas (2017-2018) y EDIT servicios (2018-2019) permiten inferir que la mayoría de las empresas colombianas no tienen las capacidades suficientes para gestionar de manera efectiva procesos de innovación), incluyendo el reconocer

sus principales limitaciones ('saber lo que no saben') y las barreras que han de enfrentar para innovar (Cirera & Maloney, 2017).

Por ello, los instrumentos no deberían estar enfocados únicamente a resolver los obstáculos financieros con recursos, sino que deberían incorporar un acompañamiento que asegure que el bajo nivel de prácticas gerenciales no impida el uso correcto de estos recursos, similar a los esquemas de financiamiento al emprendimiento que distinguen entre instrumentos para las empresas en etapa temprana y para las empresas en etapa de consolidación y crecimiento. En efecto, es lo que ya varios instrumentos hacen: según el mapeo, la mayor parte de los instrumentos dirigidos hacia superar obstáculos financieros también están dirigidos hacia otro obstáculo, pues son apoyos directos o indirectos a través de subsidios o cofinanciación de proyectos de innovación, que establecen rubros puntuales a cofinanciar dentro de los proyectos.

Luego, en la medida en que se fortalezcan las capacidades internas de las empresas, los instrumentos únicamente dirigidos hacia los obstáculos financieros, como los instrumentos de crédito para la innovación, tendrán un mejor uso por parte de las empresas y un mayor efecto.

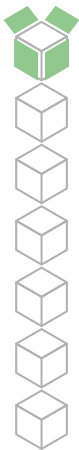
Un posible esquema sería ampliar el portafolio de instrumentos que buscan resolver el obstáculo de financiación, de modo que se incluyan instrumentos de cofinanciamiento para empresas sin mucha experiencia en la formulación e implementación de proyectos de innovación que a la vez les brinden acompañamiento en los proyectos y fortalecimiento de sus capacidades gerenciales, mientras que a empresas con capacidades internas consolidadas y trayectoria en proyectos de innovación se les podrían dirigir instrumentos de apoyo a través de crédito e instrumentos financieros más avanzados.

3. Mejorar la focalización de los instrumentos según el tamaño y especialmente la edad de las empresas

Hay una falta de focalización en los instrumentos de apoyo a la innovación que atienda las necesidades de cada tipo de empresas, especialmente de emprendimientos, microempresas y PYME. Existe un gradiente entre el tamaño de las empresas y su probabilidad de percibir obstáculos a la innovación: entre más grande sea una empresa, menor es su probabilidad de reportar obstáculos, mientras que las MIPYME generalmente no tienen el músculo financiero ni la retención

de talento humano de una empresa grande, por lo que la incidencia de obstáculos financieros y de conocimiento es mayor para ellas.

Por otro lado, el mapeo de instrumentos mostró que no existe una especialización de instrumentos según el tipo de empresas a los que están dirigidos. Tan solo el 4% del presupuesto (sin contar el billón de pesos con que contó el instrumento de beneficios tributarios en 2019) estaba destinado a un único tipo de empresas; el resto de los instrumentos estaba dirigido a más de un tipo de empresas, con algunos de ellos dirigidos a todos los tipos de empresas (19%). Y aunque la mayoría de los instrumentos está habilitado para que las MIPYME puedan acceder, en la práctica las empresas grandes son quienes más se benefician, ya que usualmente cuentan con capacidad administrativa y recurso humano capacitado y destinado a preparar la documentación y llevar a cabo el proceso de aplicación a las convocatorias públicas. Por su parte, las PYME y emprendimientos, usualmente no lo tienen, y han de sacrificar tiempo y talento humano de otras actividades para hacer las aplicaciones. De esta forma, el porcentaje de empresas que acceden a recursos públicos disminuye entre más jóvenes sean o menor tamaño tengan.



Entonces, es recomendable establecer instrumentos focalizados hacia las empresas jóvenes, que consideren su tamaño, sus necesidades en términos de los obstáculos a la innovación que enfrentan y sus capacidades administrativas para la presentación de las aplicaciones a las convocatorias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

Se recomienda que la focalización se centre en la edad de las empresas más que en el tamaño, ya que existe evidencia que señala que la mayoría de las empresas pequeñas y microempresas no crece de forma dinámica ni busca hacerlo, y se mantienen pequeñas con una baja productividad por varios años. En cambio, la edad de las empresas puede ser un criterio prometedor de focalización puesto que las empresas jóvenes crecen a altas tasas, podrían generar mayores beneficios en términos de creación de empleo e incluso de productividad, y garantizaría que los beneficiarios “se gradúen”: nadie es joven para siempre (Eslava, 2014).

4. Darles mayor relevancia a los instrumentos que apoyan innovaciones no tecnológicas (organizacionales, de procesos y de mercadeo)

El crecimiento de la productividad de las empresas pasa por obtener innovaciones tanto tecnológicas como no tecnológicas, relacionadas

con aspectos organizacionales y de mercadeo y organizacionales (Bloom, y otros, 2019). Las innovaciones en procesos, gestión y mercadeo están detrás del crecimiento de muchas de las grandes firmas multinacionales. Sin embargo, el estudio encontró que la inversión de las empresas en ACTI tiene un mayor efecto sobre la probabilidad de llevar a cabo innovaciones tecnológicas que sobre innovaciones no tecnológicas. En las empresas de manufactura el aumento de la inversión en ACTI de hecho disminuye la probabilidad de obtener innovaciones no tecnológicas. Inclusive, en el discurso público frecuentemente se separa el término de ‘innovación’ del de ‘productividad’ de manera que de fondo el primero está aludiendo a innovaciones tecnológicas y el segundo a innovaciones no tecnológicas.

Entonces, las empresas (en especial, manufactureras) deberían balancear sus portafolios de proyectos de innovaciones tecnológicas y no tecnológicas. La oferta de instrumentos de apoyo a la innovación debe profundizar en aquellos instrumentos que buscan aumentar la innovación no tecnológica en las empresas, especialmente en empresas manufactureras. Es importante alinear el lenguaje y dar el mensaje a las empresas de que los proyectos que busquen mejorar sus modelos organizacionales, procesos internos y técnicas de mercado también son proyectos de innovación que generan

beneficios y resultados innovadores para ellas. Se debe tener una visión compartida de que la innovación no es únicamente ‘tecnológica’.

5. Fomentar la cooperación para la innovación teniendo en cuenta las capacidades internas de las empresas

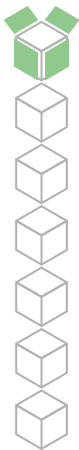
Uno de los mecanismos a través de los cuales las empresas pueden superar las barreras a la innovación es la cooperación. Se evidenció que la cooperación ha servido para mitigar los efectos de los obstáculos de mercado y conocimiento en las empresas, y en específico la cooperación con actores del área de I+D (como universidades, centros de desarrollo tecnológico, etc.) ha mitigado los efectos de los obstáculos financieros. Sin embargo, en Colombia la proporción de empresas que cooperan para innovar es baja. Según las últimas versiones de la EDIT, menos del 4% de las empresas del país cooperan para innovar.

La cooperación es una característica de la madurez del ecosistema innovador de una economía. Corresponde a un estadio superior en el nivel de madurez del SNI que requiere de capacidades previas al interior de las empresas. La cooperación para la innovación beneficia principalmente a empresas que ya tengan cierto nivel de madurez, experiencia en la gestión de la innovación y experiencia previa con socios. En la etapa de madu-

ración de los SNI, se espera que se generen enlaces entre la industria y la academia, y una vez maduros, que haya proyectos colaborativos y programas tecnológicos de largo plazo. Estas etapas son superiores a la etapa incipiente en la que se construyen capacidades internas de las empresas y se establece la infraestructura básica (factores transversales) para el desarrollo posterior del ecosistema. Por lo tanto, una de las dificultades para cooperar es la falta de capacidades internas de las empresas.

La cooperación también implica capacidades en trámites legales para negociar y firmar contratos, y capacidades para la definición y gestión de la propiedad intelectual resultante de los proyectos de cooperación. Estas son capacidades que muchas firmas, en especial empresas pequeñas o de temprana edad, no tienen.

Otro de los problemas por los que las firmas no acceden a instrumentos de cooperación es que, de acuerdo con el testimonio de algunos empresarios en las entrevistas, algunos instrumentos exigían que la empresa se presentara con algún socio (otras firmas o la academia), cuando justamente las empresas buscaban aplicar a dichos instrumentos para encontrar nuevos socios con quienes innovar; es decir, las empresas buscaban nuevos socios, pero los instrumentos los exigían de entrada.



Por eso, los instrumentos de fomento a la cooperación para la innovación deberían considerar las capacidades internas de las empresas y los niveles de madurez en la gestión de la innovación, incluyendo su capacidad de absorción de conocimiento externo, capacidad de gestión de la propiedad intelectual y capacidades jurídicas. En la medida en que una empresa no cuente con ellas, será menos propensa a cooperar, y de hacerlo no obtendrá los mismos beneficios. Además, los instrumentos deberían promover la cooperación en vez de exigirla; por ejemplo, ayudando a las empresas a encontrar socios y a formular los acuerdos formales de cooperación. De esta forma, se podrá integrar a un mayor espectro de empresas dentro de la masa de aquellas que cooperan, lo cual aumentará las probabilidades de superar obstáculos y, en últimas, de innovar.

6. Profundizar la implementación de ArCo y de la guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación

Los resultados del mapeo de instrumentos muestran que existe una baja especialización en cuanto a los objetivos de política, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos tanto los instrumentos como las entidades: buena parte de los instrumentos y de las entidades están dirigidos a varios objetivos, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la vez. Esta

situación, que también había sido identificada en el análisis de gasto público en CTI realizada por el Banco Mundial en 2015, fue justamente una de las motivadoras del surgimiento y difusión de la metodología ArCo, que tiene como objetivo eliminar, fusionar, definir roles, empaquetar y generar rutas para los instrumentos de política con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público en CTI. Por ello, es indispensable continuar con la difusión e implementación de esta metodología, para que así se logre racionalizar y mejorar el portafolio de instrumentos de innovación.

Adicionalmente, la Guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación busca mejorar las prácticas del diseño de instrumentos e incorporar las consideraciones de funcionalidad de los instrumentos de la metodología ArCo. Las recomendaciones que la Guía hace para la fase de conceptualización de instrumentos enfatizan en la importancia de que el diseño del instrumento sea compatible con los criterios de buen desempeño del test de funcionalidad de ArCo, incluyendo la identificación de las fallas que pretende resolver, de los beneficiarios, del tipo de apoyo, etc.

Entonces, la aplicación conjunta de la metodología ArCo junto con la guía para diseño de instrumentos fortalecerán la oferta pública de instrumentos para que, en últimas, el país obtenga mejores resultados en materia de innovación.



1

Los obstáculos
a la innovación
que enfrentan
las empresas

Durante el proceso de desarrollar y explotar innovaciones, las empresas enfrentan distintos tipos de incertidumbre: costos, viabilidad técnica, tamaño de la demanda, retornos, derechos de propiedad intelectual sobre los resultados, entre otros. Estos tipos de incertidumbre son obstáculos para los procesos de innovación de las empresas, que pueden dificultarlos, ralentizarlos, hacer que los proyectos fracasen o inclusive disuadir a las empresas de llevarlos a cabo.

Los obstáculos a la innovación en empresas han sido analizados utilizando las encuestas de innovación que varios países hacen a sus empresas, las cuales generalmente tienen un módulo que pregunta a los

empresarios acerca de las barreras que percibieron para innovar, y han sido agrupados en diferentes categorías para su análisis. A lo largo de este proyecto se han tomado como referencia cuatro categorías de los principales obstáculos que una empresa puede experimentar en sus proyectos o procesos de innovación: financieros, de conocimiento, de mercado y regulatorios/institucionales. La Tabla 1 detalla los problemas que experimentan las empresas dentro de cada tipo de obstáculos a la innovación, dando unas características generales y mostrando el tipo de preguntas relacionadas que se hacen en las encuestas de innovación empresarial con el fin de dar una definición más amplia de cada tipo de obstáculo.



Tabla 1.

Definiciones de los tipos de obstáculos a la innovación en empresas.

Fuente: elaboración propia.



Obstáculos financieros

Son aquellos asociados a la falta de recursos financieros suficientes para ejecutar proyectos de innovación, tanto en su componente técnico como comercial.

En lo técnico, para comprar los materiales, insumos, planta y equipo necesarios para ello; pagar salarios y honorarios del personal dedicado a tales proyectos; adquirir propiedad intelectual (licencias o compra de patentes); pagar la elaboración y testeado de prototipos; contratar ensayos y pruebas; y gastos administrativos asociados al proyecto.

En lo comercial, para realizar estudios de mercado, ejecutar estrategias de mercadeo, hacer el lanzamiento comercial, establecer canales de distribución físicos o virtuales, cubrir gastos de ventas, etc.

En las encuestas de innovación empresarial, se les pregunta a las empresas si al momento de llevar a cabo un proyecto de innovación han percibido riesgos económicos altos, costos de innovar altos, costos de financiamiento altos, o baja disponibilidad de recursos como un obstáculo para innovar.



Obstáculos de mercado

Son aquellos asociados con las dificultades de colocar los productos nuevos/mejorados en el mercado, que fueron resultado de los proyectos de innovación, y obtener un éxito comercial. Por ejemplo, la falta de clientes, la falta de conocimiento sobre las preferencias de los consumidores, la falta de conocimiento sobre la demanda potencial, la falta de canales de comercialización, la falta de una estrategia de mercadeo, la existencia de una estructura de mercado concentrada que dificulta la entrada de nuevos productos, o la presencia de una alta competencia que dificulta capturar cuotas de mercados relevantes.

En las encuestas de innovación empresarial, se les pregunta a las empresas si han percibido que el mercado es dominado por firmas establecidas, incertidumbre acerca de la demanda por bienes o servicios innovadores, o escasa información sobre el mercado.



Obstáculos de conocimiento

Son aquellos relacionados con la falta de capacidades internas en materia administrativa-gerencial y/o en materia tecnológica-científica necesarias para llevar a cabo proyectos de innovación.

En materia gerencial, se relaciona con la falta de procesos internos favorables o con la falta de personal gerencial con la formación o habilidades necesarias para la formulación, ejecución y seguimiento de proyectos de innovación.

En materia tecnológica, hace referencia a la falta de conocimientos específicos sobre alguna tecnología o saber científico necesario para desarrollar una innovación en sus aspectos técnicos. Dichos conocimientos pueden ser tácitos o explícitos, de manera que su carencia puede estar representada en la falta del personal suficientemente calificado para adquirir y/o aplicar dicho conocimiento (tácito), o en la carencia de la maquinaria, equipos, patentes o licencias en las que dicho conocimiento está incorporado (explícito).

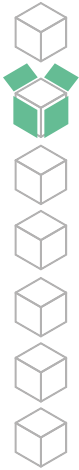
En las encuestas de innovación empresarial, se les pregunta a las empresas si ha percibido falta de personal calificado, falta de información sobre tecnologías disponibles, o incertidumbre técnica de los proyectos. No identificamos preguntas relacionadas con obstáculos de conocimiento gerencial; sin embargo, las últimas versiones de algunas encuestas de innovación incluyen un módulo de preguntas relacionadas con las capacidades gerenciales de la firma.



Obstáculos regulatorios o institucionales

Son aquellos relacionados con la falta de un marco legal e institucional que promueva unas ‘reglas de juego’ estables y adecuadas en materia de protección de la propiedad intelectual, de regulaciones y reglamentos técnicos, exigencias técnicas de calidad de los productos, y en general al ambiente de negocios del ecosistema en el cual la empresa se desenvuelve.

En las encuestas de innovación empresarial, se les pregunta a las empresas si han percibido dificultades para cumplir con regulaciones o dificultades para proteger la propiedad intelectual de las innovaciones.



En Colombia, la Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) que realiza el Departamento Administrativo Nacional de Estadísticas (DANE) caracteriza la dinámica de innovación realizada por las empresas del país; además, es la fuente de información principal con que se cuenta para estar al tanto de las tendencias relacionadas con la inversión en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), la utilización de los instrumentos públicos de apoyo y los obstáculos que las empresas encuentran para innovar (DANE, 2017). Esta encuesta incluye un módulo que pregunta a los empresarios acerca de la percepción nula, media o alta de 14 obstáculos a la innovación. Tomando en cuenta los cuatro grupos de obstáculos a la innovación señalados anteriormente, en este proyecto los 14 obstáculos de la EDIT se clasificaron en los

diferentes grupos como se muestra en la Tabla 2.

Ahora bien, las percepciones sobre los obstáculos a la innovación son diferentes según el proceso de innovación que esté llevando a cabo la empresa (D'Este, y otros, 2012). Aquellas empresas que no hayan intentado innovar no habrán percibido obstáculos, mientras que las que sí lo han intentado habrán percibido diferentes obstáculos y en diferentes magnitudes; esto se debe a que aquellas empresas que no intentaron innovar no tendrán la misma capacidad de identificar los obstáculos porque no se han enfrentado a ellos. Por ejemplo, en un estudio de Baldwin and Lin (2002) se encontró que los obstáculos de costos y capital humano fueron, mayormente, percibidos por aquellas empresas que realizaron innovación o intentaron hacerlo.

“Los innovadores han sido expuestos a los problemas que vienen con implementar estrategias de innovación. No-innovadores podrían tener un conocimiento básico de los problemas que ellos enfrentarían, pero es solamente al intentar una estrategia de innovación que una empresa aprende sobre la verdadera intensidad de la percepción de los impedimentos que tiene que resolver”.

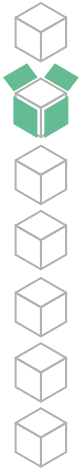
(Tourigny y Le, 2004, p.222).

Tabla 2.

Obstáculos de la EDIT incluidos en cada categoría de obstáculos.

Fuente: elaboración propia con base en la EDIT (DANE).

Financieros	Escasez de recursos propios	Dificultades para acceder a financiamiento externo a la empresa			
De conocimiento	Falta de personal calificado	Escasa información sobre tecnología disponible	Baja oferta de servicios de inspección, pruebas, calibración, certificación y verificación	Incertidumbre frente al éxito en la ejecución técnica del proyecto	Escasa información sobre instrumentos públicos de apoyo
De mercado	Baja rentabilidad de la innovación	Facilidad de imitación por terceros	Escasa información sobre mercados	Incertidumbre frente a la demanda de servicios o bienes innovadores	
Regulatorios	Escasas posibilidades de cooperación con otras empresas o instituciones	Dificultad para el cumplimiento de regulaciones y reglamentos técnicos	Insuficiente capacidad del sistema de propiedad intelectual para proteger la innovación		



Es por esto por lo que, para analizar el fenómeno de los obstáculos a la innovación, es importante separar a las empresas de acuerdo con su actividad innovadora. Para evitar sesgar el análisis con empresas no innovadoras que no experimentan obstáculos a la innovación, se debe tomar una muestra de las empresas innovadoras y las potencialmente innovadoras, definidas como aquellas que enfrentaron por lo menos uno de los obstáculos y/u obtuvieron algún resultado positivo de su esfuerzo innovador; es decir, generaron alguna innova-

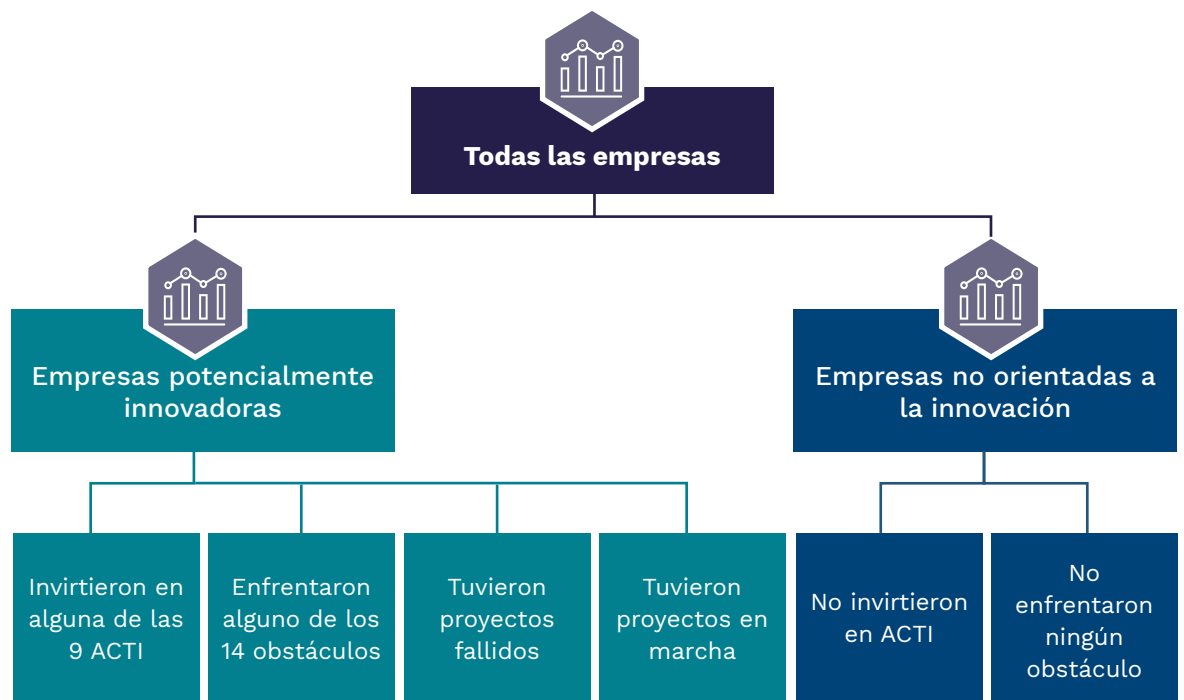
ción (Savignac, 2008; Pellegrino y Savona, 2017). A esta se le llama la muestra relevante.

En este proyecto, se delimitó la muestra de empresas de la EDIT entre 2014-2018⁷ para considerar a las empresas que reportaron haber invertido en alguna de las actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI), haber tenido proyectos en marcha o fallidos de innovación, y haber enfrentado algún obstáculo a la innovación (Ilustración 1). Estas son las empresas potencialmente innovadoras de la muestra relevante de este estudio.

Ilustración 1.

Definición y características de las empresas de la muestra relevante.

Fuente: elaboración propia.



7. Específicamente, se tomaron las versiones de la EDIT VIII y IX de manufacturas que cubren los períodos de 2015-2016 y 2017-2018 respectivamente, y las versiones de la EDIT V y VI de servicios que cubren los años 2014-2015 y 2016-2017 respectivamente.

Además del proceso de desarrollo de la innovación en el que se encuentre la empresa, también es importante tener en cuenta que la percepción de los obstáculos está relacionada con las características de la empresa; es decir, que las empresas perciben cuáles fueron los obstáculos a la innovación de manera diferenciada según el sector de actividad económica de la empresa, su tamaño, la presión competitiva y/o la intensidad en I+D sectorial (Mohnen y Rosa, 2001).

Al saber que la percepción de los obstáculos depende del proceso de desarrollo de innovación en el que se encuentre una empresa y de sus características, también se debe considerar que la percepción puede disuadir a las empresas de empezar algunos proyectos de innovación o hacerlas desistir durante el proceso. Entonces, las barreras a la innovación pueden convertirse en disuasivas, cuando las empresas abandonan o no deciden llevar a cabo innovaciones, o pueden generar efectos de aprendizaje una vez que las empresas las superan y finalizan sus proyectos de innovación.

Las barreras disuasivas se pueden definir como aquellas que evitan que las empresas aborden actividades de innovación, y a las barreras reveladas como aquellas que las empresas enfrentan al momento de poner en marcha actividades de innovación (D'Este, y otros, 2014). Es decir, **las barreras reveladas** las

experimentan las empresas que son conscientes de la existencia de obstáculos a la innovación (como por ejemplo que se necesitan recursos financieros, que los riesgos son muy altos y/o no tienen información adecuada de las tecnologías, de los mercados y de potenciales socios de cooperación, y otros) y que a pesar de ellos llevan a cabo procesos o proyectos de innovación. **Las barreras disuasivas**, por lo contrario, son aquellas que las empresas enfrentan al momento de emprender ACTI y que pueden hacerlas tomar la decisión de no llevarlas a cabo o abandonarlas.

Con estos antecedentes de los tipos de obstáculos a la innovación, la importancia de la selección de una muestra de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras para analizar el fenómeno de los obstáculos a la innovación en empresas, y la distinción entre los obstáculos revelados y disuasivos, se llevó a cabo el análisis cuantitativo y cualitativo de las barreras a la innovación que enfrentan las empresas en Colombia.

Los objetivos fueron 1) analizar cuáles son los determinantes de los obstáculos que enfrentan las empresas del país a la hora de innovar o ejecutar proyectos de innovación, 2) qué mecanismos utilizan las empresas para superarlos, y 3) cuáles son los efectos de dichos obstáculos sobre las actividades de innovación



y la productividad de las empresas. Se aplicó una metodología de métodos mixtos que combinó análisis cuantitativo y análisis cualitativo paralelamente, de forma que se pudiera obtener una comprensión más detallada (en la que la se complementara

la información estadística con información que proveyeran los mismos empresarios desde su percepción y experiencia) sobre los procesos innovación en las empresas del país y los obstáculos que enfrentan⁸. Los resultados se presentan a continuación.

1.1 Los tipos de obstáculos que reportan las empresas

Uno de los principales hallazgos del estudio es que el obstáculo de conocimiento es el de mayor incidencia para los empresarios a la hora de innovar. Como lo muestra la tabla 3, cerca del 50% de las empresas de manufactura y el 26% de las empresas de servicios lo reporta como el más frecuente. Adicionalmente, en las entrevistas realizadas, varios empresarios destacaron que el conocimiento representa un obstáculo por la escasez de personal calificado y con experiencia en innovación que pueda aportar a los procesos de innovación de cada organización.

El segundo tipo de obstáculos reportado con mayor frecuencia es el regulatorio (reportados por el

46,7 % de las empresas de manufactura y el 24,4% de las empresas de servicios). Los empresarios resaltaron que la desarticulación entre entidades genera que lo regulatorio sea un obstáculo, y que el actual sistema de propiedad intelectual del país es insuficiente porque genera gastos adicionales en tiempo y dinero.

Le siguen los obstáculos de mercado (reportados por el 44,6% de las empresas de manufactura y el 23,2% de las empresas de servicios) y financieros (reportados por el 40% de las empresas de manufactura y el 22,7% de las empresas de servicios). En cuanto a estos últimos, las empresas perciben que realizar innovaciones es costoso y que la complejidad de

8. Para ver detalles acerca de la metodología de estos análisis, remitirse a los anexos.

cumplir con los requisitos específicos para lograr financiación de terceros es alta.

Una cuestión relevante acerca de los obstáculos financieros es que usualmente se refiere a otro tipo de obstáculo. Es decir, si una empresa declara que su barrera para innovar es la falta de dinero, es porque de alguna manera ya ha identificado cómo usaría esos recursos para llevar a cabo un proceso de innovación (p.e. para comprar equipos, contratar personal, realizar

prototipos, patentar, etc.) lo cual implicaría que antes de la falta de dinero experimentan otro tipo de obstáculo (de conocimiento, de mercado o regulatorio). Dicho de otra forma, el hecho de que para subsanar un obstáculo (p.e. contratar a un investigador o adquirir una licencia para superar un obstáculo de conocimiento, o realizar un estudio de mercado para superar un obstáculo de mercado) se requiera invertir recursos financieros, no implica que también se experimente un obstáculo financiero.

Tabla 3.

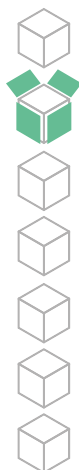
Porcentaje de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras (de la muestra relevante) que reportan obstáculos a la innovación.

Fuente: Elaboración propia con base en datos de la EDIT (DANE).

Tipo de obstáculos	Empresas de manufacturas	Empresas de servicios
Financieros	40,0%	22,7%
De conocimiento	49,6%	26,0%
De mercado	44,6%	23,2%
Regulatorios	46,7%	24,4%

Cabe resaltar que, como se muestra en la Tabla 3, las empresas de servicios perciben todos los tipos

de obstáculos en menor proporción que las empresas de manufacturas.



1.2 Determinantes de los obstáculos

Del análisis se pudo concluir que los determinantes de las barreras a la innovación que enfrentan las empresas son heterogéneos por tipo de obstáculo y por actividad económica. Es decir, cuando se pretende entender los contextos externos e internos a las empresas al enfrentar barreras a la innovación, no se puede generalizar ni por sector económico ni por tipología de obstáculo.

En ambos sectores (manufacturas y servicios), la percepción de los

cuatro grupos de obstáculos varía según la edad, tamaño, niveles de concentración industrial, actividad económica y departamento en el que está ubicada la empresa. Esto es central en el diseño de la política pública para promover la innovación empresarial porque sugiere que los instrumentos que busquen reducir el impacto de las barreras a la innovación deberían considerar las especificidades de cada actividad productiva y la naturaleza de los grupos de obstáculos.

Tabla 4.

Características de las empresas (de la muestra relevante) en cuanto a obstáculos percibidos, uso de recursos públicos, carácter de innovadoras y productividad laboral media, según rangos de edad.

Fuente: elaboración propia con base en datos de la EDIT, EAM, EAS y EAC (DANE).

Manufacturas								
Rangos de edad	Financieros	Conocimiento	Mercado	Regulatorio	Recursos públicos	Innovador	Intención ACTI	Productividad media
<2 años n= 93	44,1%	58,1%	50,5%	52,7%	0,0%	89,2%	2,4%	37,097
2=<años<5 n=297	43,1%	54,5%	46,5%	45,1%	1,0%	85,9%	5,5%	62,723
50=años<10 n=1342	42,6%	46,2%	39,7%	46,1%	1,0%	86,7%	3,9%	54,005
10=<años<15 N=1760	42,2%	50,5%	40,9%	45,7%	2,3%	84,8%	3,7%	58,202
>15años N=8861	39,0%	49,8%	46,0%	47,0%	3,3%	87,0%	4,8%	69,044

Servicios								
Rangos de edad	Financieros	Conocimiento	Mercado	Regulatorio	Recursos públicos	Innovador	Intención ACTI	Productividad media
<2 años n= 31	32,3%	25,8%	29,0%	22,6%	0,0%	74,2%	2,8%	10,448
2=<años<5 n=233	24,5%	27,0%	23,6%	26,2%	0,4%	89,3%	6,5%	27,689
50=años<10 n=648	23,7%	28,2%	26,9%	27,8%	1,6%	86,5%	3,7%	24,229
10=<años<15 N=981	22,3%	26,5%	22,7%	24,5%	3,2%	87,6%	6,3%	25,319
>15años N=3837	22,4%	25,5%	22,5%	23,7%	4,9%	88,0%	12,3%	25,745

En cuanto al tamaño y la edad de las empresas se encontró un patrón: entre más grande y más años de existencia tenga, menor es su probabilidad de percibir obstáculos. Las empresas más pequeñas, con menos de 50 empleados, son las que perciben mayores obstáculos a la innovación de tipo financiero, de conocimiento, mercado y regulatorios; también son las que menos innovan y las que menos hacen uso de recursos públicos para la innovación. En efecto, las empresas manufactureras menores a dos años son las que más enfrentan, en promedio, los cuatro grupos de obstáculos a la innovación. Después están las empresas con entre 2 y 5 años de edad, las cuales reportaron como importantes los obstáculos de mercado y regulatorios; es decir, que entre más tiempo de operación tienen las empresas manufactureras menor es la percepción promedio de obstáculos financieros (Tabla 4).

En ese mismo sentido, en el caso del tamaño de las empresas (medido según el número de empleados), tanto en el sector manufacturero como en el de servicios, las empresas pequeñas (con un número de empleados menor a 50) son las que reportan con mayor frecuencia haber enfrentado todos los grupos de obstáculos, en especial los financieros y de conocimiento. Por el contrario, las empresas grandes (con más de 200 empleados) son las que hacen un mayor uso de recursos públicos y las que más innovan (Tabla 5). Se encontró que, en promedio, si el tamaño de una empresa aumenta en un 10%, la probabilidad percibida de enfrentar algún tipo de obstáculo disminuye en cerca de 2% en el sector manufacturero, y en el sector servicios esta probabilidad disminuye en menos de 1%.

Tabla 5.

Características de las empresas (de la muestra relevante) en cuanto a obstáculos percibidos, uso de recursos públicos, carácter de innovadoras y productividad laboral media, según rangos de tamaño (en número de empleados).

Fuente: : elaboración propia con base en datos de la EDIT, EAM, EAS y EAC (DANE).

Rangos de edad	Servicios				Recursos públicos	Innovador	Intención ACTI	Productividad media
	Financieros	Conocimiento	Mercado	Regulatorio				
<20empleados n= 2750	47,3%	53,3%	46,3%	51,1%	1,4%	79,2%	4,5%	62,593
20=<empleados <50 n=3309	43,1%	52,9%	45,5%	49,2%	2,1%	85,0%	3,3%	46,184
50=<empleados <200 n=3962	36,9%	48,1%	43,3%	44,0%	2,6%	89,1%	6,8%	60,942
200=<empleados <1000 N=3962	32,7%	43,7%	43,3%	42,6%	4,8%	92,9%	2,6%	94,198
1000>empleados N=420	29,5%	55,5%	44,5%	42,9%	9,8%	96,0%	12,3%	148,244



Rangos de edad	Servicios							Productividad media
	Financieros	Conocimiento	Mercado	Regulatorio	Recursos públicos	Innovador	Interacción ACTI	
<20empleados n= 32	31,3%	40,6%	25,0%	40,6%	3,1%	75,0%	16,1%	80,383
20=<empleados <50 n=295	22,7%	26,4%	20,0%	23,7%	1,4%	81,4%	2,2%	48,635
50=<empleados <200 n=2278	23,8%	26,4%	23,0%	23,5%	2,0%	87,1%	2,5%	27,482
200=<empleados <1000 N=2247	22,1%	25,6%	22,7%	24,7%	3,4%	87,6%	3,1%	22,123
1000>empleados N=914	21,1%	25,6%	44,5%	25,6%	11,2%	92,3%	48,1%	19,525

Otro resultado importante lo mostró la relación entre el número de ACTI⁹ desarrolladas y la probabilidad de enfrentar algún obstáculo. Se encontró que esta relación es positiva, lo cual puede ser interpretado como que las empresas que invierten en más categorías de ACTI tienen un proceso de aprendizaje que hace que identifiquen los obstáculos en mayor medida; un potencial efecto de aprendizaje o de revelación de percibir obstáculos al momento de llevar a cabo ACTI. Este resultado está en línea con los hallazgos de las entrevistas a los empresarios, donde la mayoría de empresas percibe las barreras como superadas o como parte del proceso, mas no reportan aspectos por los cuales hayan frenado los procesos generales de innovación.

Asimismo, la relación entre el uso de instrumentos de protección a la propiedad intelectual ligada a la innovación y la probabilidad de enfrentar algún obstáculo es positiva (y estadísticamente significativa). Esto puede indicar que una actividad innovadora de las empresas que sea sofisticada hace un mayor uso de instrumentos de protección de la propiedad intelectual; es decir, el uso de varios instrumentos es señal de la madurez de la empresa en gestionar procesos de innovación, y a su vez esa madurez es un indicio de que la empresa ha ganado experiencia para superar las barreras a la innovación. Así, el uso de instrumentos de propiedad intelectual puede mostrar igualmente una correlación con el efecto aprendizaje de haber enfrentado obstáculos en el pasado.

9. La EDIT incluye nueve tipos de actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI): 1) actividades de I+D internas, 2) adquisición de I+D externa, 3) adquisición de maquinaria y equipo, 4) tecnologías de información y comunicaciones, 5) mercadotecnia, 6) transferencia de tecnología y/o adquisición de otros conocimientos, 7) asistencia técnica y consultoría, 8) ingeniería y diseño industrial, y 9) formación y capacitación.

También se analizaron características del entorno en el que se desenvuelven las empresas, mostrando que estos factores inciden de manera heterogénea en la percepción de obstáculos. Por ejemplo, según el departamento varía la percepción de los obstáculos, así como según la actividad económica de la empresa¹⁰.

Finalmente, otro determinante que también se examinó fue el nivel de competencia, puesto que la revisión de la literatura mostró la importancia del entorno competitivo en la percepción de los obstáculos¹¹. Sin embargo, al revisar los resultados econométricos, se encontró que la

percepción de los obstáculos respecto al nivel de competencia enfrentada por la empresa no exhibe un gradiente uniforme; es decir, en sectores industriales con alta o baja concentración se percibieron de manera similar las barreras a la innovación. Se considera que, aunque el resultado del análisis de esta variable no fue contundente, se requieren hacer ejercicios más granulares para ver el rol que juega en la innovación en Colombia utilizando otras medidas de competencia y controlando por otros factores que pueden estar minimizando el efecto. La pregunta de cuál es relación entre la competencia y la innovación sigue abierta.

1.3 Efectos de los obstáculos sobre la actividad innovadora

Se realizó un análisis de la función de producción de conocimiento; es decir, los factores que explican o se relacionan con la propensión de las empresas a innovar, sea de manera general o en alguno de los dos modos de innovación más específicos: innovación tecnológica

o innovación no tecnológica. Esto también permitió analizar el carácter disuasivo o revelado de los obstáculos, que como se mencionó anteriormente, pueden hacer que las empresas desistan de realizar su innovación o que aprendan durante el proceso y se fortalezcan.

10. Las actividades económicas se identificaron según la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) a cuatro dígitos.

11. Por ejemplo, desde décadas atrás, Myers (1984) había encontrado en un estudio de caso que los dos obstáculos más importantes que las empresas enfrentaban al momento de llevar a cabo proyectos de innovación eran la competencia por capital disponible y el temor a fracasar (evitar riesgos). Expresó que “a fin de estimular el proceso de innovación, o la adopción de innovaciones, de manera significativa, es necesario encontrar mecanismos para disminuir esas dos barreras” (p. 81). También Mohnen & Rosa (2001) consideraron que la presión competitiva era uno de los determinantes de los obstáculos a la innovación que eran comúnmente percibidos por las empresas. Su estudio arrojó un resultado interesante donde concluyeron que las empresas que sentían tener mayor nivel de competencia fueron las que percibieron enfrentar mayores obstáculos; de igual manera, las empresas grandes percibieron más que las pequeñas los obstáculos de poder realizar proyectos de innovación y fueron las que manifestaron tener más dificultades para sacar adelante los mismos.



Se encontró que, de los efectos de los obstáculos sobre la actividad innovadora de las empresas, los resultados apuntan a que las barreras financieras son inhibitoras de las probabilidades de las empresas para obtener innovaciones. Los obstáculos financieros se manifiestan como disuasivos en la realización de actividades de innovación; es decir, las empresas no sólo los perciben sino que al parecer estos les impiden llevar a cabo (más) ACTI. Un cambio de una unidad porcentual en la probabilidad de percibir un obstáculo financiero disminuye la probabilidad de ser una empresa manufacturera innovadora en 0.78 unidades porcentuales, y de ser una empresa de servicios innovadora en 0,73 unidades porcentuales.

Este resultado concuerda con las razones que dieron los empresarios sobre por qué los recursos financieros son una barrera. En primer lugar, porque innovar es costoso, lo que se liga a la segunda razón que es el riesgo financiero que implica emprender procesos innovadores; y, finalmente, parte del costo de innovar está relacionado con la contratación de personal especializado que aporte conocimiento preciso para lograr éxito en las innovaciones que se planean, de manera que no contar con este recurso puede hacer que las empresas desistan de realizar la innovación.

Las demás barreras, en especial las de conocimiento y de mercado, han sido percibidas pero las empresas las han logrado superar. Además,

existe un entrelazamiento de este tipo de barreras con las financieras en la medida en que para superarlas se requiere de recursos financieros, de manera que al fin de cuentas el problema financiero se convierte en el ‘verdadero obstáculo’.

En otras palabras, los obstáculos financieros tienen un carácter disuasivo mientras que los otros 3 tipos de obstáculos tienen un carácter revelado: los obstáculos financieros pueden hacer que una empresa desista de su proceso de innovación, mientras los obstáculos de conocimiento, mercado y regulatorios, les permite tener un proceso de aprendizaje a medida que van enfrentando esos obstáculos. Aun cuando los empresarios entrevistados reconocieron como importante alguna de las barreras presentadas o en su defecto todas, la mayoría las percibe como superadas (o que son superables) y ya no las encuentra como problemas o aspectos a partir de los cuales hayan decidido no continuar con sus proyectos de innovación. Solo las ven como parte del proceso empresarial y han buscado en todos los casos solucionar dichos obstáculos para lograr las metas propuestas.

La interpretación que algunos autores dan al efecto disuasivo que tienen los obstáculos financieros es que por más que las empresas han llevado a cabo un buen número de ACTI, ellas siguen percibiendo los efectos de lo financiero como un factor que les puede llevar a no

realizar actividades de innovación, o disuadirlas (D'Este, Rentocchini, & Vega-Jurado, 2014). Adicionalmente, lo “financiero” puede estar agrupando las interrelaciones con otros tipos de obstáculos (Mohnen & Rosa, 2001).

En efecto, algunas de las empresas entrevistadas reportaron que contratar un profesional con los conocimientos necesarios que buscan los empresarios para ejecutar actividades de innovación es costoso e implica una inversión de recursos que en muchos casos las organizaciones no tienen la capacidad de hacer. Así, la barrera de conocimiento se liga directamente con obstáculos financieros, por lo que se podría inferir que las dos categorías (conocimiento y financiera) no parecen alejarse la una de la otra, sino que al contrario se complementan. La barrera de conocimiento es una barrera revelada que los empresarios divisan rápidamente, ya que para dar inicio a su innovación requieren asignar parte de su personal para desarrollar el proceso; si no cuentan con ese personal, inmediatamente la perciben. No obstante, como se dijo anteriormente, este tipo de barrera tiene un efecto de aprendizaje y entonces, como la empresa ya conoce la barrera, lo que hará es solucionarla para dar inicio a o continuar con su proceso de innovación. La incidencia diferenciada de los tipos de obstáculos y la relevancia de los obstáculos financieros sugieren que hay espacio para el diseño de instrumentos públicos que aborden esas diferencias.

También se encontró que existen efectos positivos del esfuerzo en innovación, medido como la intensidad de la inversión en innovación por número de empleados, sobre la propensión a innovar de las empresas; es decir, las empresas que más invierten en ACTI por trabajador son las que tienen mayor probabilidad de obtener innovaciones. Un aumento del 10% en la inversión en ACTI por trabajador lleva a que las empresas de manufacturas tengan cerca de un 1% de aumento en su propensión a innovar y las de servicios cerca de 2,8%.

Estos efectos difieren según el tipo de innovaciones que realizan las empresas. Un aumento de 10% en la inversión en ACTI por trabajador aumenta en alrededor de 4,8% la propensión de obtener innovaciones tecnológicas tanto en sectores manufactureros como de servicios, mientras que disminuye en cerca de 1,8% la probabilidad de obtener innovaciones no tecnológicas en empresas manufactureras y aumenta 1,4% en empresas de servicios.

Asimismo, existen efectos diferenciados de los obstáculos a innovación según el tipo de innovaciones que llevan a cabo las empresas. Los obstáculos financieros apuntan a inhibir el desempeño innovador de las empresas colombianas, tanto en innovaciones tecnológicas como no tecnológicas, en magnitudes considerables. Mientras que en las empresas manufactureras un cambio en una unidad porcentual en la probabilidad de percibir un



obstáculo financiero disminuye la probabilidad de obtener tanto innovaciones tecnológicas como no tecnológicas en cerca de 1,2 unidades porcentuales, en las empresas de servicios disminuye la probabilidad de obtener innovaciones no tecnológicas en 8,3 unidades porcentuales. No se encontró un efecto estadísticamente significativo de los obstáculos financieros sobre la probabilidad de obtener innovaciones tecnológicas en empresas de servicios. Estos efectos en las empresas de servicios pueden ser explicados por la orientación innovadora de las empresas de servicios que, por su naturaleza de ofrecer bienes intangibles (servicios), es más dada hacia los aspectos de mercadeo, de proceso y organizacionales que hacia los aspectos meramente tecnológicos característicos de innovaciones de productos tangibles.

Los efectos de los obstáculos de mercado también son diferenciados por tipo de actividad y modo de innovación. En el sector servicios, los factores de baja rentabilidad, facilidad de imitación, o escasa información sobre mercados parecen jugar un papel determinante en este grupo de obstáculos. Se debe recordar que el producto o entregable de las empresas del sector servicios tiene por lo general dos características: es intangible y se entrega de manera interactiva. Ambas características hacen que sea relativamente más fácil imitar un servicio y sea un factor de baja rentabilidad. Los efectos negativos de

estos obstáculos de mercado en el proceso de obtención de innovaciones en las empresas de manufacturas parecen ser superados, y es más directo en el caso de las innovaciones del modo no tecnológico. Y los obstáculos regulatorios parecen ser barreras que han podido inhibir el logro de innovaciones no tecnológicas, pero no las tecnológicas; este resultado, un poco inesperado, puede estar relacionado con la dificultad para proteger ese tipo de innovaciones.

Un último aspecto importante es el efecto positivo de la innovación (corregida o afectada por los cuatro grupos de obstáculos) sobre la productividad laboral de las empresas de manufacturas y de servicios. Las innovaciones tecnológicas son importantes en ambas actividades de la producción, pero las no tecnológicas solo afectaron positiva y estadísticamente significativa a la productividad de las empresas de servicios (lo cual está acorde con los procesos de innovación de las empresas de este sector, que se centran principalmente en aspectos organizacionales, de procesos y de mercadeo). La falta de un impacto significativo de las innovaciones no tecnológicas sobre la productividad laboral de las empresas manufactureras requiere de más estudio, por cuanto el crecimiento de la productividad de las empresas pasa por obtener innovaciones no sólo tecnológicas sino también las relacionadas con los aspectos de mercadeo y organizacionales (Bloom, y otros, 2019).

1.4 Mecanismos para superar obstáculos

Las empresas aplican diferentes mecanismos para superar los obstáculos que enfrentan.

Por un lado, está la ayuda pública. Se encontró que para superar los obstáculos de conocimiento y de mercado, los empresarios prefieren buscar herramientas diferentes a los instrumentos públicos puesto que consideran que es difícil acceder a ellos por la cantidad de documentación que se requiere para las postulaciones y el tiempo que se necesita para prepararlos y realizar el seguimiento al proceso. No obstante, manifestaron que para enfrentar el obstáculo financiero sí se apoyan en los instrumentos ofrecidos aunque los procesos para ellos no sean sencillos de culminar.

En la mayoría de las estimaciones se presentó una relación negativa entre el acceso a la ayuda pública y casi todos los tipos de obstáculos. Esta correlación negativa puede señalar que las ayudas públicas son un mecanismo para disminuir la probabilidad de percibir un obstáculo. En especial, para el caso de las barreras de conocimiento, la interpretación planteada es que la ayuda pública (en forma monetaria) ha sido un mecanismo paliativo de reducción de la percepción de los obstáculos de conocimiento; sin embargo, es importante recordar que la barrera de conoci-

miento es la que está compuesta con mayor número de obstáculos individuales (Tabla 2), entonces se requiere de una investigación más profunda para determinar si el efecto está focalizado sobre alguno de esos obstáculos.

Otro mecanismo en el que los empresarios se apoyan para superar las barreras es la cooperación con la academia, los proveedores, los clientes y/o incluso con sus competidores. Las principales motivaciones que han tenido los empresarios para buscar colaboraciones con socios externos tienen que ver con buscar soluciones de conocimiento, herramientas tecnológicas e infraestructura, y reconocimiento y posición en el mercado. Durante las entrevistas, los empresarios resaltaron el gran valor de la experiencia y el conocimiento adquirido a partir de la prueba y error en los procesos de cooperación, y se considera valiosa la posibilidad de tener otros puntos de vista para generar ajustes y cambios a sus ideas y proyectos de innovación.

Se encontró que existe una relación positiva entre la percepción de los obstáculos a la innovación y la propensión a cooperar, lo cual es una señal de que la cooperación es un mecanismo usado por las empresas para mitigar o superar los obstáculos enfrentados. Por ejemplo, un



10% de incremento en la percepción de obstáculos de mercado llevó a las empresas manufactureras a aumentar su cooperación con proveedores, clientes y competidores en casi 7%, y con universidades y centros de investigación en casi 4%. En las empresas de servicios, estos efectos fueron de cerca de 6% y 3%, respectivamente. En general, los obstáculos a la innovación mostraron efectos de mayor magnitud y significancia estadística sobre la propensión a cooperar en empresas manufactureras que en empresas de servicios.

Las empresas con mayor intensidad del gasto en innovación tienen mayor propensión a entrar en procesos de cooperación, tanto en el sector de manufacturas como de servicios, y el efecto de la intensidad en el gasto no difiere mucho sobre el modo de cooperación o tipo de socios con los que se coopera¹². Adicionalmente, las empresas de manufacturas y servicios que cuentan con capacidades en I+D son más propensas a cooperar con socios generadores de conocimiento (universidades, centros de I+D,

consultores y similares), e inclusive también con clientes, proveedores y/o competidores para el caso de las empresas de manufacturas.

Así, el principal resultado referente a la cooperación es que, en efecto, a través de ella las empresas logran superar varias de las barreras mencionadas. La financiera, porque se patrocina el desarrollo de productos, servicios o procesos innovadores. La de conocimiento, puesto que el trabajo colaborativo aporta la actualización y refuerza el carácter técnico de la información, así como la capacitación y formación de talento humano. La barrera del mercado también se logra superar a través de la cooperación, en el sentido en que se amplía la oferta, se realiza promoción para generar mayor demanda, se logran aportes en conocimiento sobre mercados, y se aporta al crecimiento de las empresas al contactar y conectar con otras organizaciones y nuevos clientes. El trabajo colaborativo también aporta al fortalecimiento y respaldo de productos y/o servicios, a la confianza y credibilidad, y a generar alianzas de largo plazo.

12. El análisis tuvo en cuenta dos modos de cooperación de acuerdo con el tipo de aprendizaje y el tipo de socios, siguiendo el trabajo de Jensen, y otros (2007). El primero es el modo ciencia, tecnología e innovación (STI), llevado a cabo principalmente con centros que producen nuevos conocimientos como universidades, centros de I+D, consultores y similares. El segundo es el modo 'hacer, usar e interactuar' (DUI), llevado a cabo principalmente con clientes, proveedores e inclusive competidores. Para más detalles, ver el documento "Análisis de las barreras a la innovación que enfrentan las empresas en Colombia". Para más detalles, ir a la pág. 83 en los Anexos.

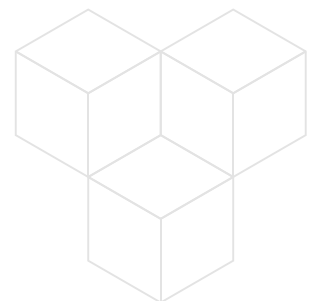
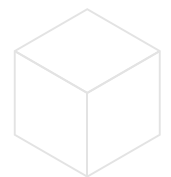
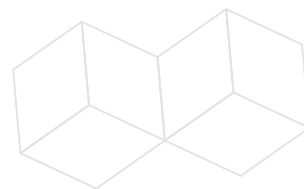
Los empresarios dijeron que también buscan cooperar con el fin de facilitar procesos de certificación y pruebas de laboratorio, que son clave para superar las barreras de conocimiento y regulatorias.

Otro aspecto importante fue el efecto positivo del uso de mecanismos para la protección de la propiedad intelectual sobre la propensión a cooperar. Los procesos de cooperación demandan superar problemas de agencia en la definición de la propiedad intelectual de los resultados de las innovaciones producto de la cooperación. Las empresas que usan más mecanismos de protección de la propiedad tienden a ser más proclives a entrar en acuerdos de cooperación (y el resultado se presenta tanto para manufacturas como para servicios).

Sin embargo, las empresas perciben que los instrumentos públicos de apoyo a la innovación no están enfocados a solucionar los problemas relacionados con las regulaciones, incluyendo los derechos de propiedad intelectual y la formalización de los acuerdos de cooperación. De hecho, los

empresarios manifestaron que una de las dificultades de la cooperación está relacionada con el tema regulatorio; entonces, hay empresas que no se atreven fácilmente a cooperar por desconocimiento de cómo proceder legalmente para asegurarse de no arriesgar sus ideas y recursos, lo que genera temor y desconfianza para realizarlo. Algunos hasta manifestaron haber tenido experiencias donde ha fallado la ética de su colaborador.

Entonces, la cooperación aparece como una solución a los obstáculos a la innovación para todas las empresas sin importar el sector, la edad o la región, y las capacidades de absorción de conocimiento de las empresas, de intensidad de la inversión en ACTI y de protección a la propiedad intelectual muestran una relación positiva con la probabilidad de las empresas de llegar a acuerdos de cooperación.





2

Mapeo de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas

En 2015, el Banco Mundial llevó a cabo el *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Para este estudio, junto con el DNP, se llevó a cabo un mapeo de instrumentos de política en el país en materia de CTI para recopilar información de datos cuantitativos sobre los instrumentos nacionales del 2010 al 2014, levantando la información a través de encuestas a varias entidades relacionadas con las políticas de CTI. Este ejercicio de Banco Mundial & DNP (2015) es el primer antecedente de realizar un inventario de instrumentos de política dirigidos a la innovación. Su construcción tuvo dos partes: por un lado, el análisis presupuestal se creó a partir del autoreporte realizado por los funcionarios públicos

de las diferentes entidades relacionadas, pero con validación detallada del DNP; y, por otra parte, el análisis funcional y sus respuestas fueron determinadas por Banco Mundial y el DNP a partir de entrevistas a los funcionarios encargados. La base de datos fue procesada mas no publicada, y el acceso a ella fue facilitado por el DNP para la realización de este estudio.

Después de realizar ese ejercicio, una de las recomendaciones que dio el Banco Mundial fue la necesidad de realizar revisiones sistemáticas y periódicas del portafolio de instrumentos de CTI para evitar duplicación de esfuerzos e identificar complementariedades. En esa línea, el DNP junto con el DAPRE, iniciaron una metodología de articulación de



instrumentos llamada ‘ArCo’ que busca eliminar, fusionar, definir roles, empaquetar y generar rutas para los instrumentos de política con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público en CTI. Esta metodología ArCo tiene un énfasis de basarse en los usuarios de los instrumentos, conocer sus necesidades y ajustar la oferta respectivamente. En el marco de ArCo, se realizó un segundo mapeo nacional de instrumentos el primer trimestre de 2019 en el que se incluyeron más entidades, más instrumentos y más características de cada instrumento, el cual también fue realizado a través de encuestas a funcionarios de las entidades relacionadas con el Sistema Nacional de Competitividad e Innovación (SNCI).

Esta información recopilada por DNP & DAPRE fue compartida para el análisis y elaboración de este estudio. Para concentrar el análisis de los instrumentos de CTI en aquellos que están destinados a promover la innovación en empresas, y que los datos fueran comparables entre sí, se realizaron una serie de filtros a las tres bases de datos mencionadas. La depuración de la matriz original de DNP & DAPRE (2019) consistió en seleccionar aquellos instrumentos que tenían dentro de sus objetivos de política a la ‘innovación’, y que reportaban tener

como uno de sus beneficiarios ‘empresas’ y/o ‘emprendedores’. Luego de esos dos criterios, se revisaron los instrumentos para eliminar duplicidades y modificar aquellos que en realidad no correspondían con el objetivo de innovación o que no estaban dirigidos a empresas y/o emprendedores; estas modificaciones fueron hechas bajo criterios unificados utilizando las definiciones y conceptos de objetivos de política y beneficiarios que se presentan en las siguientes subsecciones de análisis¹³.

Reuniendo los principales resultados encontrados, se tiene que la oferta de instrumentos públicos de apoyo a la innovación en empresas en Colombia exhibe una baja especialización en cuanto a los objetivos de política, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos tanto los instrumentos como las entidades: buena parte de los instrumentos y de las entidades están dirigidos a varios objetivos, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la vez. Además, a nivel de entidades hay una relación directa entre presupuesto y número de instrumentos, número de objetivos y número de tipos de beneficiarios: las entidades con mayor presupuesto tienden a tener, dentro de su oferta de

13. Para una descripción más detallada de los filtros y depuraciones efectuadas a las bases de datos de los instrumentos para el mapeo, ver los Anexos.

instrumentos, más instrumentos, objetivos y beneficiarios.

Esto plantea dos reflexiones. Por un lado, la reflexión de cómo la mezcla de instrumentos contribuye a fortalecer los diferentes niveles de capacidades del sistema nacional de innovación (SNI) teniendo en cuenta que Colombia está en proceso de maduración de su sistema y existe heterogeneidad en sus capacidades de innovación (Cirera & Maloney, 2017). Buena parte de sus empresas y regiones están apenas en etapa de gestación de manera que requieren de instrumentos para instaurar condiciones transversales y desarrollar capacidades

internas en las firmas, mientras otras se encuentran en estadios superiores y requieren de instrumentos que promuevan la colaboración y la toma de riesgos de largo plazo (ver Ilustración 5).

Por otro lado, plantea la reflexión de si la oferta debiera estar caracterizada por tener menos instrumentos, menos objetivos y menos tipos de beneficiarios; es decir, si los instrumentos deberían estar mejor focalizados. También, si las entidades deberían estar más especializadas, cada una enfocándose en ofrecer instrumentos destinados a ciertos objetivos, beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación sin generar traslapes.

2.1 Panorama general de la oferta de instrumentos

En 2019, de un total de 265 instrumentos distribuidos en 22 entidades y que sumaban un presupuesto de COP 3'133.718 millones en la oferta nacional total de instrumentos de CTI, la depuración de la base de datos dio como resultado un total de 48 instrumentos de apoyo a la innovación en empresas distribui-

dos en 9 entidades que suman COP 1'207.446 millones en presupuesto. Es decir, los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas corresponden al 18% del número total de instrumentos de CTI y el 39% del presupuesto total reportado en la matriz base del DNP & DAPRE (2019) (Tabla 6).

Tabla 6.

Resultados del filtro de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.

Fuente: elaboración propia con base en DNP & DAPRE (2019).

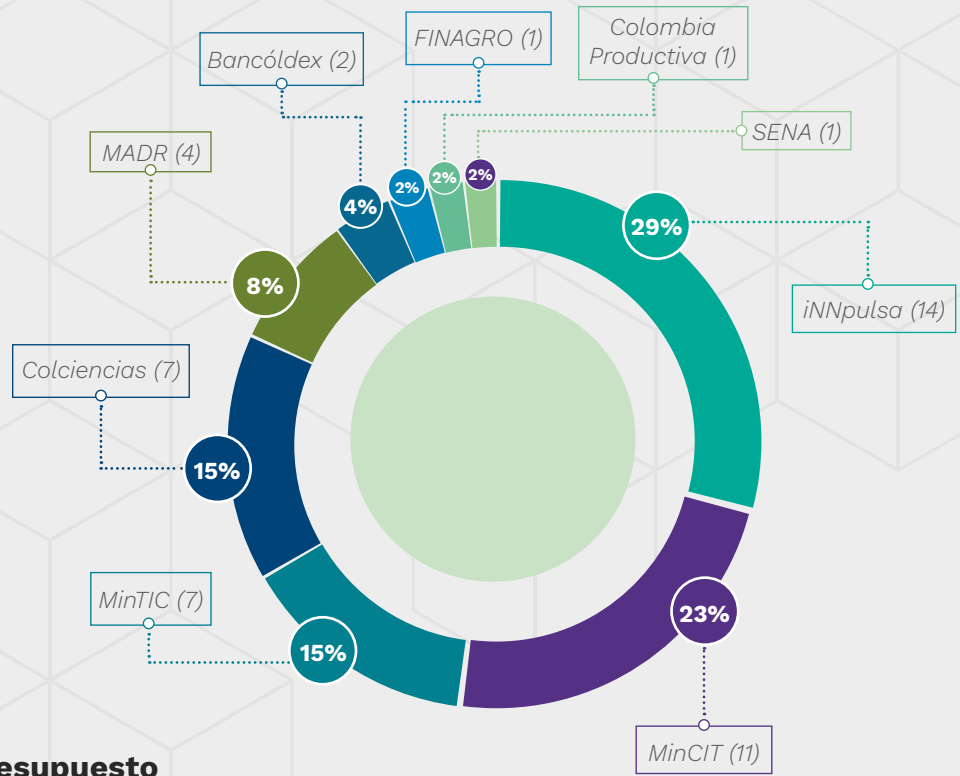
	Oferta total de instrumentos de CTI	Instrumentos de apoyo a la innovación en empresas	
Número de instrumentos	265	48	(18%)
Presupuesto	\$3 133 718 millones de pesos	\$1 207 446 millones de pesos	(39%)
Número de entidades	22	9	(41%)

Ilustración 2.

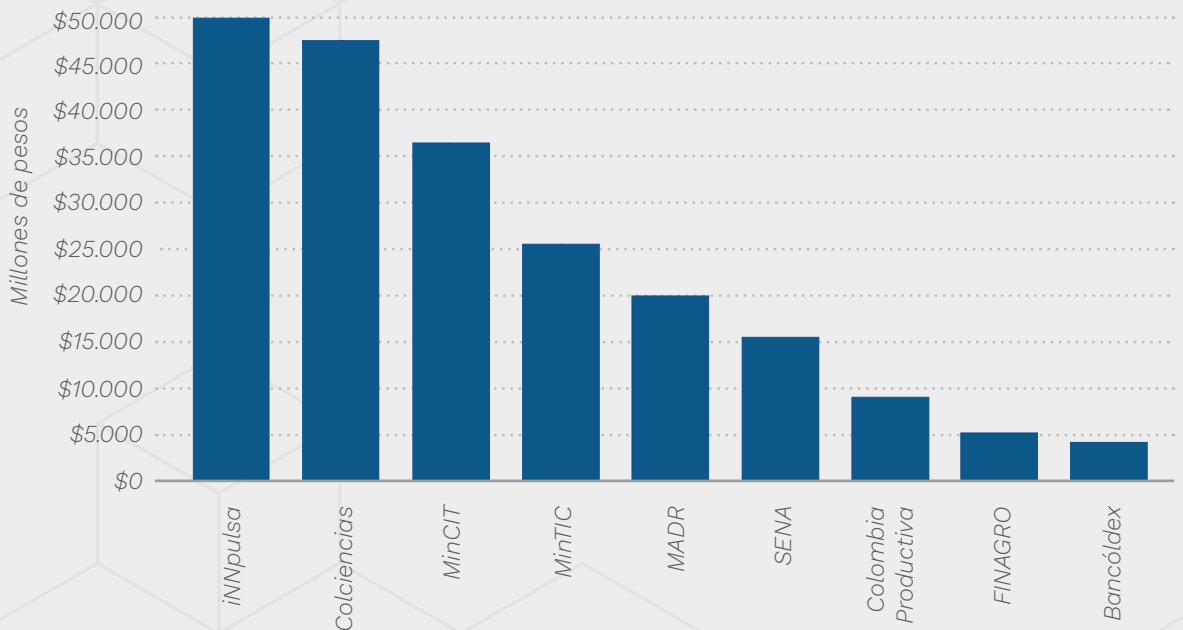
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación según entidades oferentes.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

A. Por número de instrumentos



B. Por presupuesto



*Para facilidad del análisis, Colciencias no incluye el instrumento de beneficios tributarios (presupuesto de \$1 billón de pesos).

El panorama general de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas en 2019 muestra que las entidades con mayor número de instrumentos son a la vez las de mayor presupuesto. iNNpulsa, MinCIT y Colciencias¹⁴

tienen un mayor número de instrumentos y un presupuesto más alto, a diferencia de Bancóldex, Finagro y SENA que registran el menor número de instrumentos de apoyo a la innovación y un presupuesto más bajo (Ilustración 2)¹⁵.

2.2 Según objetivos de política y capacidades del Sistema Nacional de Innovación

El levantamiento de información de instrumentos que realizan el DNP junto con la Presidencia de la República bajo la metodología ArCo incluye un reporte de hacia cuál de los objetivos de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación (CTI)¹⁶ o Política de Desarrollo Productivo (PDP - CONPES 3866) está dirigido cada instrumento.

En este trabajo, se reorganizaron los objetivos de política de manera que estén alineados con los nuevos ejercicios de la metodología ArCo, en los que se unen los objetivos de CTI y de PDP en nueve grandes objetivos: innovación, emprendimiento, transferencia

de conocimiento y tecnología, investigación, formación de capital humano, calidad, clúster - encadenamientos, financiación, y comercialización¹⁷.

Cabe recordar que, debido al filtro inicial realizado, todos los instrumentos usados para el análisis reportaron al menos estar dirigidos hacia el objetivo de innovación. Como se explicó, esto se debe a que el propósito de este trabajo era mapear los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas. Entonces, el análisis mostró hacia qué otros objetivos adicionales de política están dirigidos los instrumentos de apoyo a la innovación a empresas.

14. Anteriormente, Colciencias era un Departamento Administrativo dependiente de la Presidencia de la República, pero con la Ley 1951 de 2019 se convirtió en el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (MinCiencias). Al momento de realizar el mapeo de instrumentos, esta entidad aún se reportaba como Colciencias, por lo cual se usa ese nombre a lo largo del análisis.

15. Adicionalmente, se realizó una comparación del registro de estos instrumentos entre el 2014 y el 2019. Esto permitió observar que el número de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas aumentó de 26 a 37. En cuanto a las entidades, se observa que mientras SENA y Colombia Productiva redujeron su número de instrumentos, iNNpulsa, Colciencias, MinCIT y MinCIT los aumentaron (Ilustración 3). Esto señala que puede haber una heterogeneidad entre entidades en cuanto a su planeación interna y sus criterios para la formulación de instrumentos.

16. Al momento de la realización de este trabajo, no había sido publicado el borrador de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación 2021-2030. Por ello, se utilizó el anterior borrador de Política de Ciencia, Tecnología e Innovación 2015-2025.

17. En total, son 10 objetivos. El otro es el de formalización, que no se incluyó en este análisis puesto que ninguno de los instrumentos reportaba estar dirigido hacia este objetivo. Ver los Anexos para más detalles acerca de la definición de cada objetivo y la reclasificación de los objetivos (pág. 110).

Ilustración 3.

Presupuesto de los instrumentos de apoyo a la innovación empresarial por objetivos (adicionales a innovación).

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

*Para facilidad del análisis, Colciencias no incluye beneficios tributarios (presupuesto COP \$1 billón).

** Dado que los instrumentos reportan más de un objetivo, se generan duplicidades en los presupuestos potenciales para cada tipo de empresa beneficiaria.

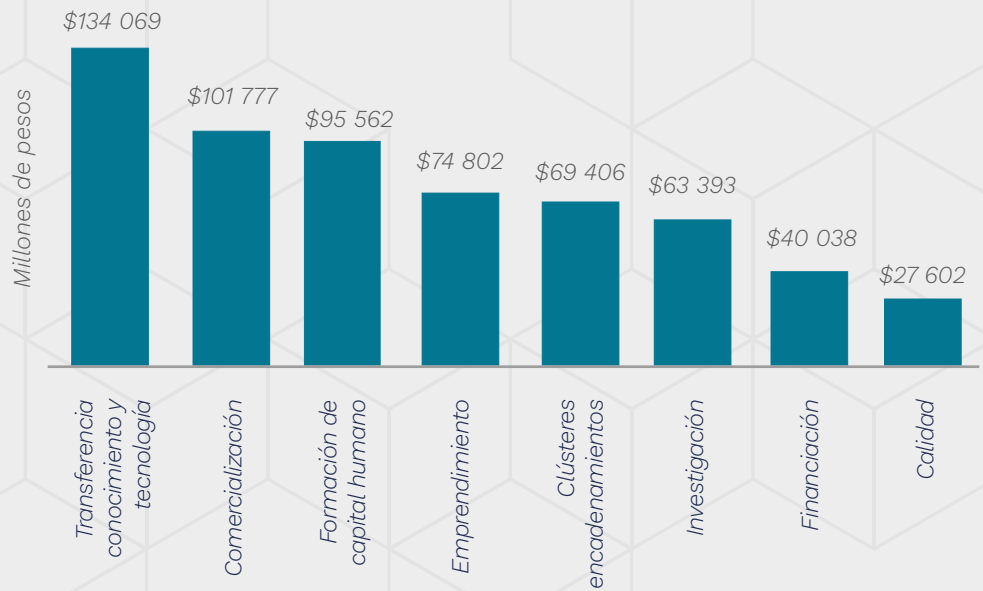
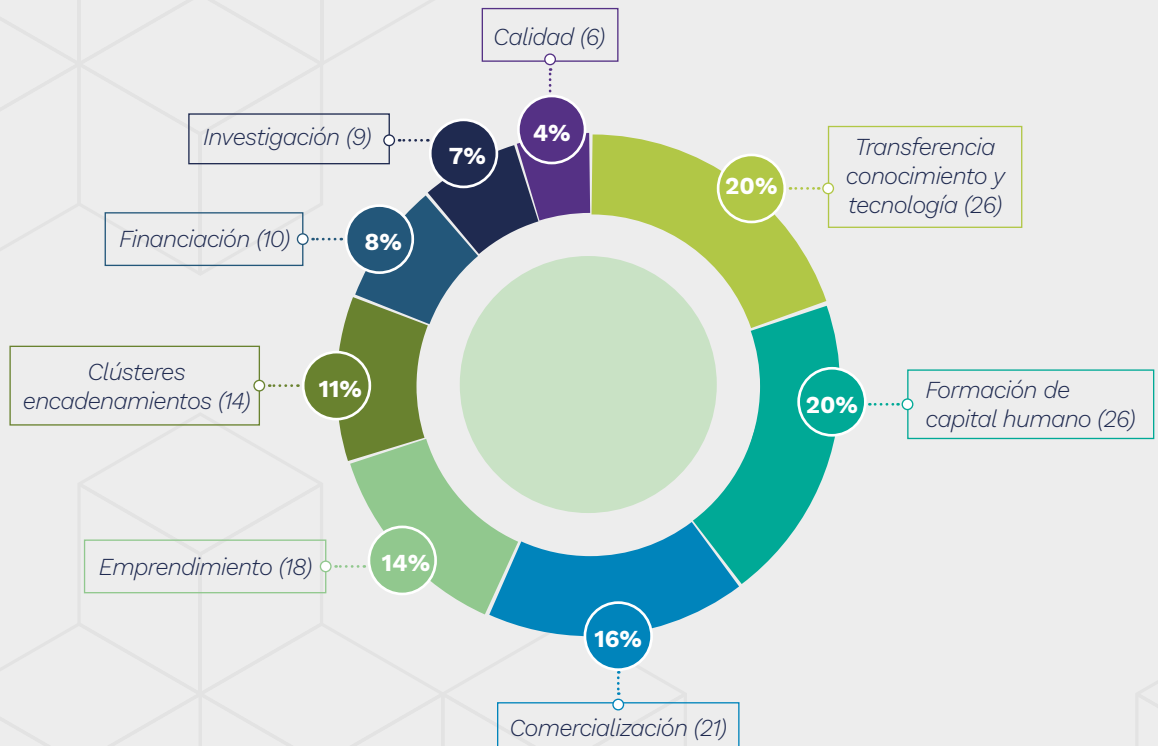


Ilustración 4.

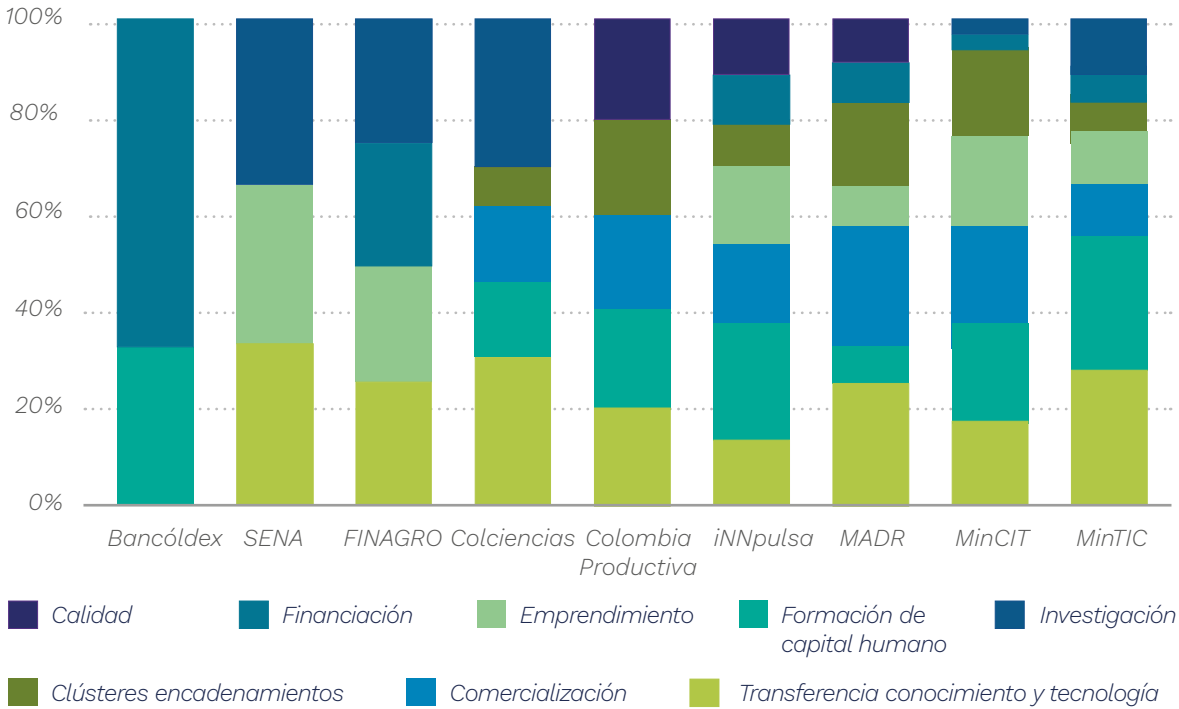
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según objetivos de política (adicionales al objetivo de innovación).

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

A. Por número de instrumentos



B. Por entidad



Se observó que en general la oferta está distribuida entre todos los objetivos y que no hay concentración alrededor de uno o pocos. Los objetivos más frecuentes son la transferencia de conocimiento y tecnología (TCT) y la formación de capital humano (20% cada uno), y los menos frecuentes son financiación y calidad (con 8% y 6%, respectivamente); a su vez, aquellos objetivos con mayor número de instrumentos son los que tienen mayor presupuesto (Ilustración 3). Existe baja focalización en cuanto al número de objetivos a los que apuntan los instrumentos, pues una buena parte de los instrumentos (49%) reportan tres o más objetivos a la vez. A nivel de entidades, se presenta una heterogeneidad en cuanto al grado de especialización de las entidades según los objetivos de política de sus instrumentos, pues algunas se enfocan en pocos mientras otras en cuatro o más objetivos (Ilustración 4).

Capacidades de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI)

La teoría de los SNI señala que la innovación es un proceso de aprendizaje colectivo en un sistema en que todos sus elementos interactúan entre sí para intercambiar, almacenar, generar, difundir y usar conocimiento, y en el que al final el sistema en su conjunto es mayor a la suma de sus partes (Lundvall y otros, 2002). Estos sistemas nacionales abarcan toda la economía de un país, y están compuestos por diferentes unidades (elementos) interrelacionados, tales como las firmas, universidades y centros de investigación, entidades gubernamentales, clústeres y aglomeraciones sectoriales, y otras entidades de soporte a las actividades de innovación en las empresas, y por las instituciones que contextualizan el sistema tales como el ambiente macroeconómico, mercado laboral, sistema educativo, sistema judicial, sistema de competencia, etc.



Existen diferentes niveles de análisis de los SNI, los cuales no son aislados, sino que se complementan entre sí en los procesos de innovación que tienen lugar en el sistema (OECD, 1999):

1. A nivel microeconómico, **al interior de las firmas**. El centro del sistema son las empresas, pues son las unidades con el rol más importante para absorber, generar y/o difundir conocimiento según sus capacidades internas. Algunas firmas son innovadoras radicales que crean oportunidades tecnológicas, y el resto son competidoras y seguidoras que imitan y adaptan los nuevos productos y servicios (Lundvall B.-A., 2007).

2. A nivel mesoeconómico, **las relaciones entre actores** (firmas, universidades, centros de investigación, clústeres, redes de emprendimiento, etc.). Las firmas usualmente no innovan por sí solas, sino que lo hacen interactuando con otras firmas y con entidades de apoyo como universidades y centros de I+D, en algunos casos conformando aglomeraciones o clústeres sectoriales, espaciales o funcionales. A nivel macroeconómico, la configuración institucional de factores transversales que afectan la forma y el ritmo con el que todas las empresas del sistema innovan, tales como el ambiente macroeconómico, regulatorio, el mercado laboral, el sistema educativo, el mercado laboral, y otros.

3. A nivel macroeconómico, la **configuración institucional** de factores transversales que afectan la forma y el ritmo con el que todas las empresas del sistema innovan, tales como el ambiente macroeconómico, regulatorio, el mercado laboral, el sistema educativo, el mercado laboral, y otros.

Los SNI de países altamente innovadores tienen un grado de consolidación avanzando de cada uno de estos niveles de manera que las unidades del sistema funcionan óptimamente tanto individual como colectivamente. Entonces, para que países no desarrollados logren niveles de innovación de países desarrollados, deberían fortalecer secuencialmente diferentes aspectos de sus SNI para ir agregando fortalezas y consiguiendo un engranaje más sinérgico de todas las piezas del sistema. Cirera & Maloney (2017) llaman a esta estrategia la ‘Escalera de Capacidades’ y señalan que la mezcla de instrumentos de política debe responder a diferentes necesidades de fortalecimiento de capacidades del sistema dado su grado de madurez. Se distinguen tres etapas para ello (Ilustración 5):

1. Etapa incipiente: los países que se encuentren en este nivel han de enfocarse en fortalecer los factores transversales a todas las empresas y en facilitar la acumulación de capital (humano y físico) mediante la provisión de un sistema educativo de formación profesional que desarrolle habilidades STEM (ciencia, tec-

nología, ingeniería y matemáticas), de una infraestructura de la calidad, y de un sistema financiero que favorezca la incubación de negocios y toma de riesgos. Además, debería enfocarse en fortalecer las capacidades gerenciales y organizativas al interior de las firmas.

2. Etapa de maduración: en esta etapa, los SNI ya cuentan con condiciones para incrementar su inversión en I+D y que las empresas emprendan proyectos de innovación, generen sinergias con otros actores del sistema y se acerquen a la frontera tecnológica. Para ello, se han de promover instrumentos direccionados hacia fortalecer las capacidades tecnológicas de las empresas, incentivar proyectos de I+D, fortalecer el sistema de investigación y generar lazos entre la industria y la academia.

3. Etapa madura: esta etapa se alcanza cuando hay un número significativo de empresas que han alcanzado la frontera tecnológica y están en condiciones de generar nuevas y más com-

plejas tecnologías. Para lograrlo, se han de promover proyectos de innovación colaborativos y programas tecnológicos de largo plazo y mayor riesgo.

Siguiendo esta línea, se reclasificaron los objetivos de política en los 3 niveles de los SNI con el fin de analizar de qué manera los instrumentos mapeados contribuyen a la maduración del SNI colombiano, específicamente hacia fortalecer: a) capacidades internas de las firmas, b) relación entre actores, o c) factores transversales. La Tabla 7 muestra la correspondencia entre los nueve objetivos definidos anteriormente y los 3 niveles del SNI.

Dado el nivel de desarrollo del SNI en Colombia, los instrumentos en los que se debería enfocar la política pública son los recomendados para los escalones ‘incipiente’ y ‘en maduración’. Por lo tanto, los instrumentos mapeados deberían estar más concentrados hacia el fortalecimiento de las capacidades internas de las firmas y de los factores transversales que crean las condiciones para las actividades de innovación en las empresas.



Ilustración 5.

Escalera de capacidades y las necesidades de la política de innovación.

Fuente: Cirera & Maloney (2017, p. 148; traducción propia).



La distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas (ver Anexo) es relativamente similar entre los 3 niveles de capacidades del SNI (capacidades internas de las firmas, factores transversales y relacionamiento entre actores), lo cual puede estar en línea con un SNI

en proceso de maduración como el colombiano. Sin embargo, existe una baja especialización tanto de instrumentos como de entidades; es decir, la mayoría de los instrumentos y de entidades están dirigidos hacia fortalecer varios niveles de capacidades del SNI a la vez (Ilustración 6).

Tabla 7.

Correspondencia entre los objetivos de política y los niveles de capacidades del SNI.

Fuente: elaboración propia.

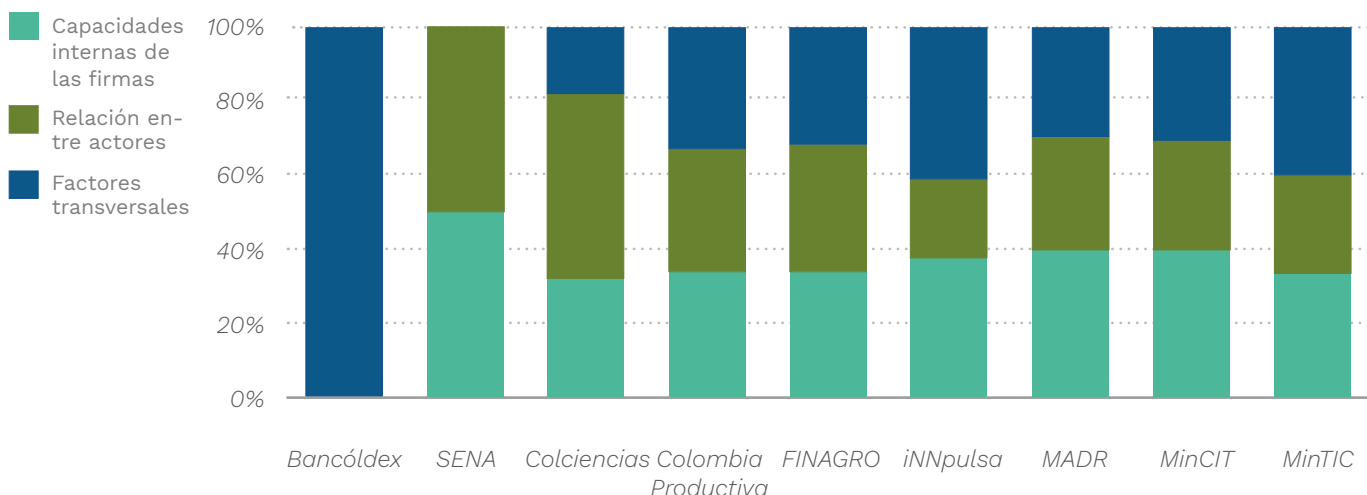
Objetivo general	Innovación		
Niveles del SNI	Objetivos específicos		
Capacidades internas de las firmas	Emprendimiento	TCT	
Relación entre actores	Investigación	Clústeres / Encadenamientos	Comercialización
Factores transversales	Formación de capital humano	Financiación	Infraestructura de la calidad



Ilustración 6.

Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas, según entidades y niveles de capacidades del SNI.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).



2.3 Según tipos de empresas beneficiarias

Uno de los criterios para incluir instrumentos de apoyo a la innovación en empresas dentro de este análisis era que, como lo sugiere su nombre, los beneficiarios fueran empresas. Por ello, todos los instrumentos analizados tienen al menos algún tipo de empresa (emprendimiento, micro, PYME o grande) reportada dentro de sus beneficiarios. Sin embargo, es posible que un instrumento no tenga como beneficiarios únicamente a las empresas; algunos pueden promover la cooperación industria-academia y por lo tanto tener como beneficiarios a empresas y a organizaciones generadoras de conocimiento (universidades y centros de investigación), o promover la asociatividad y clusterización y por tanto tener como beneficiarios a empresas y gremios.

Para los análisis, se agrupó a los beneficiarios en las siguientes categorías generales:

- **Organizaciones de conocimiento:** Generadoras y/o articuladoras.
- **Empresas y/o emprendedores:** emprendimientos, microempresas, PYME y/o empresas grandes.
- **Gobierno:** Gobierno nacional y/o gobierno subnacional.
- **Personas naturales:** Estudiantes, investigadores, aspirantes a becas y otras personas naturales.
- **Otros:** asociaciones, gremios, cámaras de comercio, inversionistas y/u otros no incluidos en las demás categorías.

Adicionalmente, se hizo una desagregación del tipo de empresas y/o emprendedores beneficiarios en las siguientes cuatro categorías¹⁸:

- Emprendimientos (emprendedores).
- Microempresas.
- PYME.
- Grandes empresas.

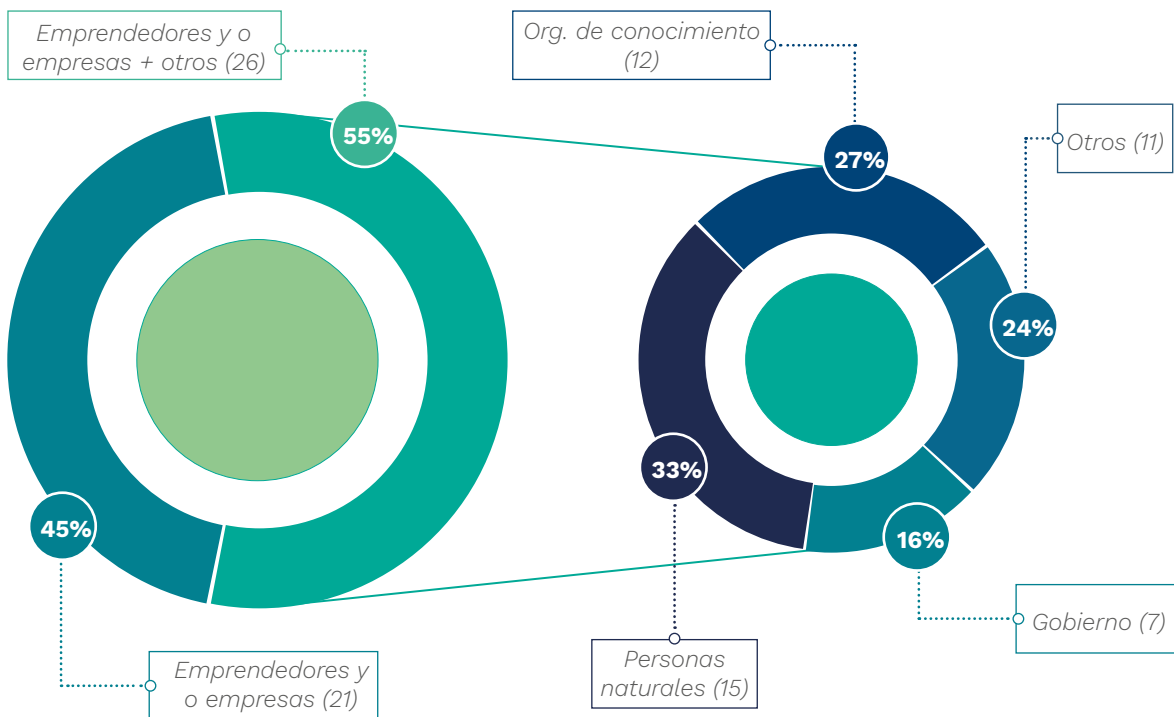
Con estas tipologías de beneficiarios de los instrumentos, se tiene que hay una distribución similar entre los instrumentos destinados sólo a empresas/emprendedores y aquellos destinados a empresas/emprendedores junto con otro tipo de actores como personas naturales, organizaciones de conocimiento, gobierno, y otros (Ilustración

7). Luego, al desagregar el tipo de empresas beneficiarias, se observa que las PYME concentran el mayor presupuesto y número de instrumentos en la descripción de los instrumentos, seguido de las microempresas, y que los emprendimientos son los que cuentan con menos recursos e instrumentos, inclusive menos que las grandes empresas (Ilustración 8). Hay una baja focalización de los instrumentos y entidades según el tipo de empresas beneficiarias a los que están dirigidas—la mayoría de los instrumentos y de entidades están dirigidas a varios tipos de empresas a la vez—, y además no hay ninguna entidad dedicada exclusivamente a emprendimientos o microempresas.

Ilustración 7.

Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación por beneficiarios.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

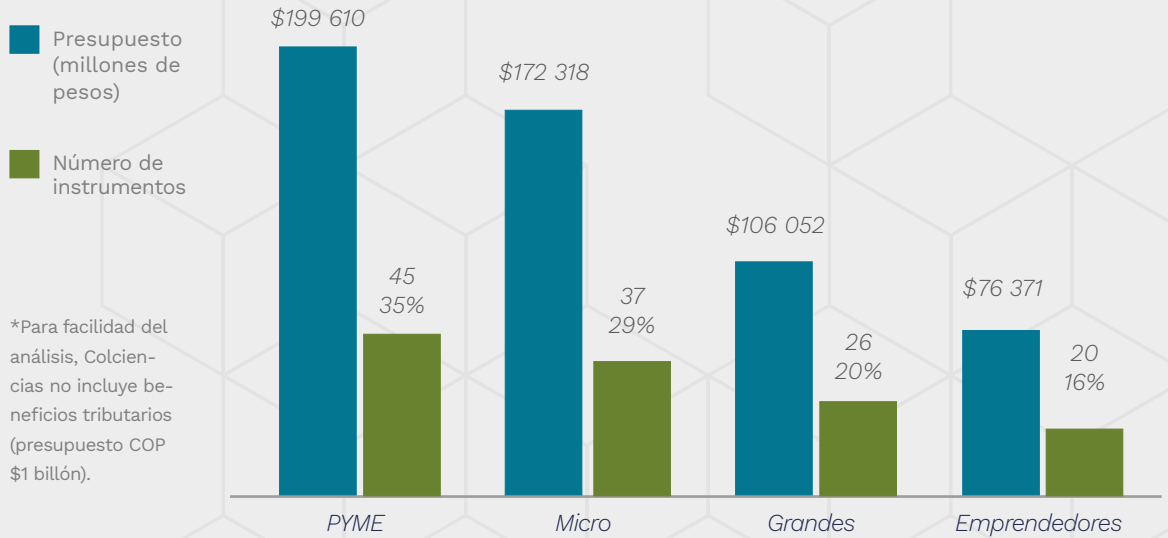


¹⁸ Las definiciones de microempresas, empresas pequeñas y medianas (PYME), y empresas grandes, siguen las expuestas en el artículo 2° de la Ley 590 de 2000, modificado por el artículo 43 de la Ley 1450 de 2011.

Ilustración 8.

Presupuesto total y número de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según el tipo de empresas a las que están dirigidas.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).



**Dado que los instrumentos reportan más de un beneficiario se generan duplicidades en los presupuestos totales para cada tipo de empresa beneficiaria.

*Para facilidad del análisis, Colciencias no incluye beneficios tributarios (presupuesto COP \$1 billón).

Luego, al detallar los diferentes tipos de empresas a los que un mismo instrumento puede estar dirigido, se tiene que cuatro instrumentos con 3,9% del presupuesto están destinados para sólo un tipo de empresa mientras que nueve instrumentos con el 14,3% van para los cuatro tipos de empresas a la vez, y 18 instrumentos con el 42,4% del presupuesto que están destinados a tres

tipos de empresas a la vez (Tabla 8). Así, hay una baja focalización de los instrumentos según el tipo de empresas beneficiarias a los que están dirigidos. Vale la pena mencionar que no se cuenta con información sobre los beneficiarios seleccionados de los instrumentos (excepto para algunos instrumentos) para saber qué tipo de empresas efectivamente recibieron los apoyos.

*Para facilidad del análisis, no se incluye el presupuesto de beneficios tributarios (\$1 billón).

Tabla 8.

Presupuesto y número de los instrumentos de apoyo a la innovación empresarial según los diferentes tipos de empresas beneficiarias a los que están dirigidos.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

	Emprendedor	Micro	PYME	Micro + PYME
Emprendedor	\$776 millones (0,4%) 1 instrumento (2%)			\$43 839 millones (21,1%) 9 instrumentos (19%)
Micro		\$7 060 millones (3,4%) 2 instrumentos (4%)	\$49 470 millones (23,8%) 9 instrumentos (19%)	
PYME			\$250 millones (0,1%) 1 instrumento (2%)	
Grandes			\$32 102 millones (15,5%) 8 instrumentos (17%)	\$42 194 millones (20,3%) 8 instrumentos (17%)
Emprendedor + grandes			\$2 000 millones (1%) 1 instrumento (2%)	\$29 4756 millones (14,3%) 9 instrumentos (19%)

2.4 Según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos

A partir de las definiciones de los tipos de obstáculos a la innovación presentados en la sección 1.1 ‘Los obstáculos a la innovación que enfrentan las empresas’, se revisaron las características de los instrumentos recolectados y se asignaron los tipos de obstáculos hacia los cuales están dirigidos los instrumentos.

Con ello se pudo concluir que, en 2019, la mayoría de los instrumentos se concentraban en los obstáculos de conocimiento y de mercado, los cuales a su vez reúnen el mayor

presupuesto sin contar el instrumento de beneficios tributarios (que está dirigido hacia obstáculos financieros y en 2019 tuvo un presupuesto de COP 1 billón, el más grande) (Ilustración 9). Buena parte de los instrumentos están focalizados hacia atender obstáculos a la innovación específicos, pero a nivel de entidades existe heterogeneidad en cuanto al grado de especialización—algunas entidades se enfocan en uno o dos tipos de obstáculos, mientras otras en los cuatro tipos (Ilustración 10).

Ilustración 9.

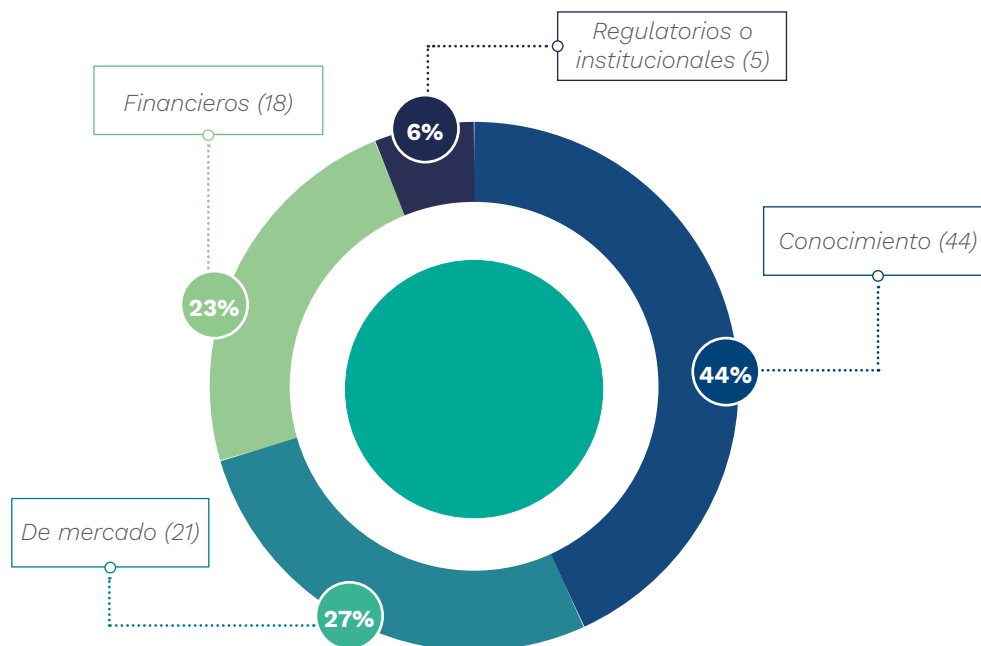
Distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

A. Por número de instrumentos

*Para facilidad del análisis, Colciencias no incluye beneficios tributarios (presupuesto COP \$1 billón).

** Dado que los instrumentos reportan más de un objetivo, se generan duplicidades en los presupuestos potenciales para cada tipo de obstáculo.



B. Por presupuesto

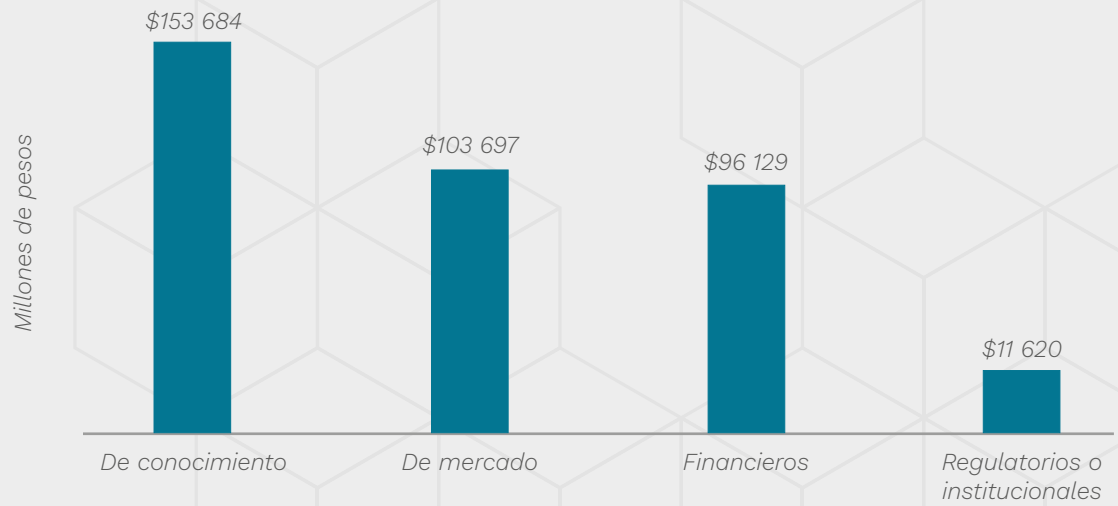
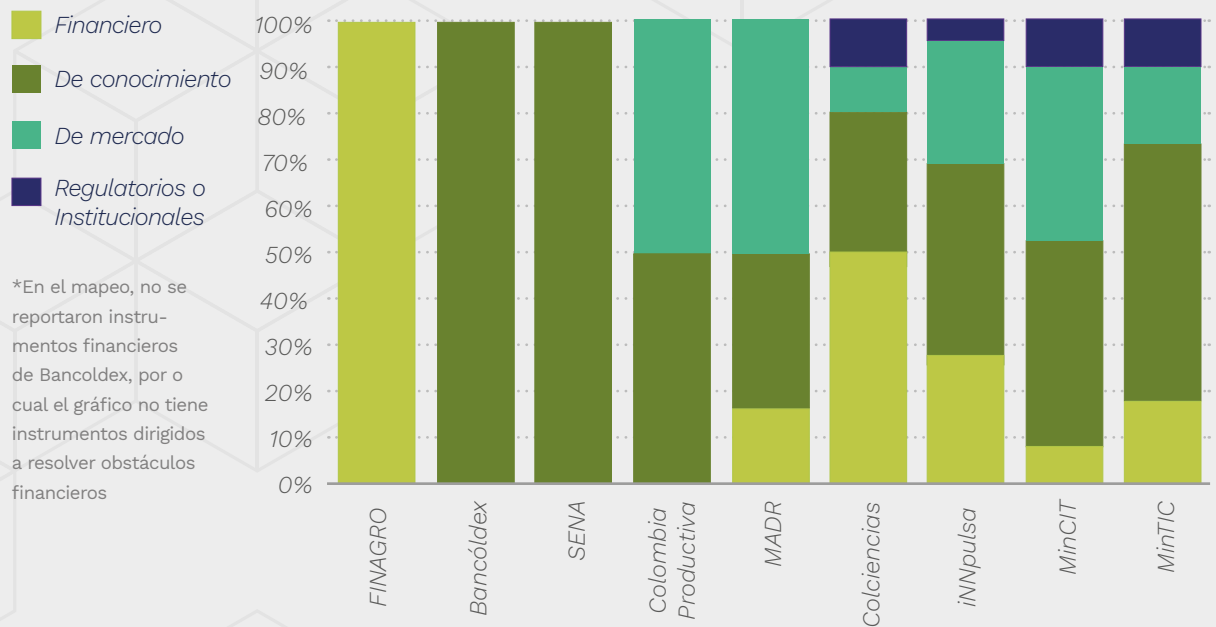


Ilustración 10.

Distribución de los obstáculos a la innovación a los que los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas están dirigidos, por entidades oferentes.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).



Luego, al distinguir los instrumentos según el tipo de empresas beneficiarias y el tipo de obstáculos a la innovación, se tiene que las MIPYME (micro, pequeñas y medianas empresas) pueden acceder a un mayor número de instrumentos y presu-

puesto para enfrentar obstáculos financieros, de conocimiento y de mercado; y los emprendimientos, los que menos. Para los obstáculos regulatorios no hay diferencias entre el tipo de empresas beneficiarias (Ilustración 11).

Ilustración 11.

Diagrama de dispersión del tipo de empresas beneficiarias de los instrumentos de apoyo a la innovación por tipos de obstáculos y número de instrumentos.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

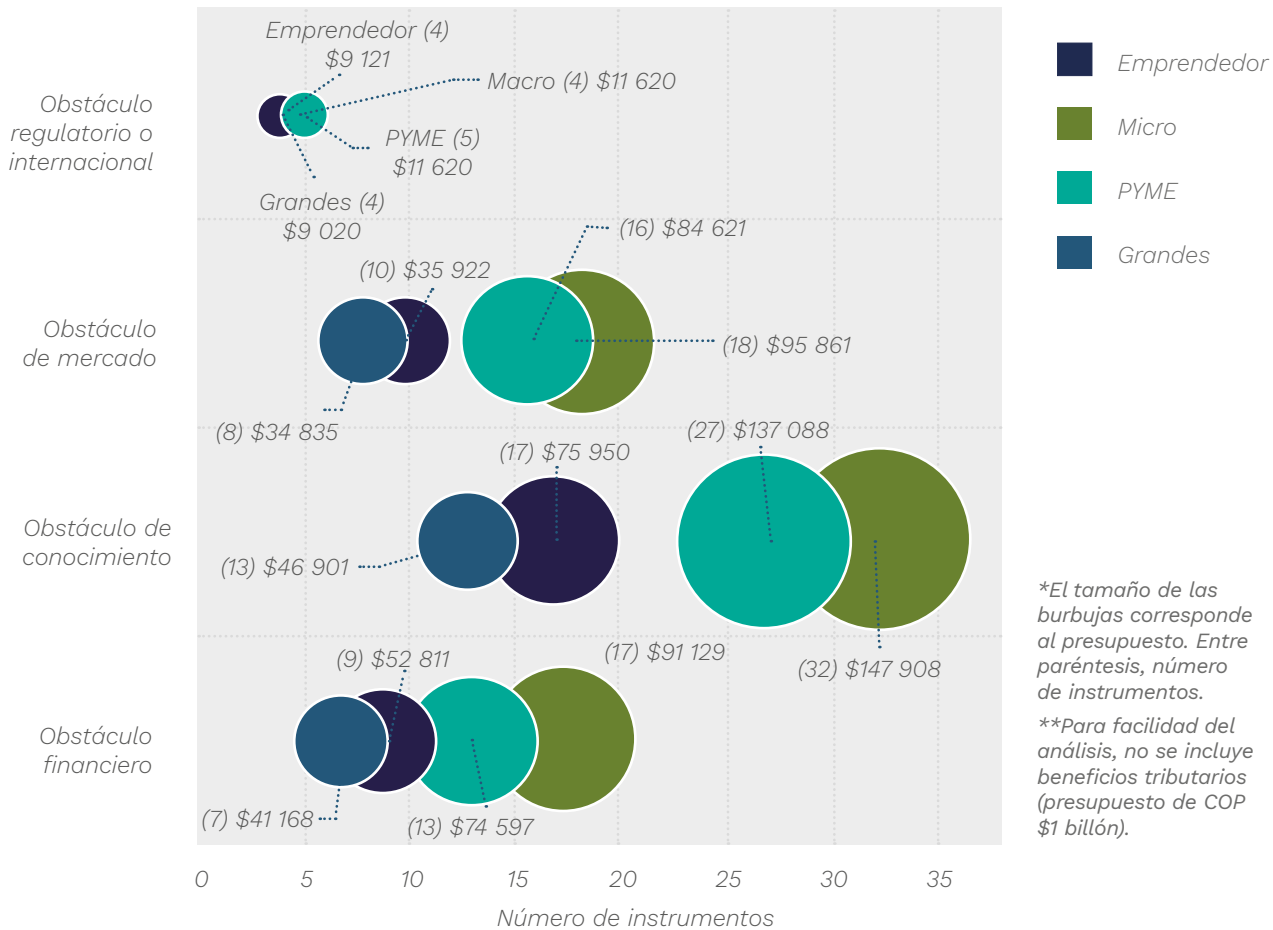


Tabla 9.

Presupuesto y número de instrumentos de los diferentes obstáculos a la innovación hacia los que están direccionados los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.

Fuente: elaboración propia con datos del DNP & DAPRE (2019).

*Para facilidad del análisis, no se incluye beneficios tributarios (presupuesto de \$COP 1 billón)."

	Financiero	De conocimiento	De mercado	Regulatorios o institucionales	De conocimiento + de mercado
Financiero	\$16 538 millones (8%) 6 instrumentos (12%)	\$32 632 millones (16%) 2 instrumentos (4%)	\$23 252 millones (12%) 2 instrumentos (4%)	\$3 301 millones (2%) 1 instrumento (2%)	\$19 424 millones (9%) 4 instrumentos (8%)
De conocimiento		\$48 485 millones (23%) 14 instrumentos (29%)	\$47 677 millones (23%) 10 instrumentos (21%)		
De mercado			\$6 863 millones (3%) 3 instrumentos (6%)		
Regulatorios o institucionales				\$2 822 millones (1%) 2 instrumentos (4%)	\$5 502 millones (3%) 2 instrumentos (4%)



Adicionalmente, se revisó si los instrumentos estaban enfocados a uno o más de un obstáculo y se encontró que el 51% de los instrumentos con el 34% del presupuesto está dirigido exclusivamente hacia un obstáculo, el 29% de los instrumentos con el 51% del presupuesto hacia dos obstáculos, y el 12% de los instrumentos con el 12% del presupuesto hacia tres obstáculos. Ningún instrumento está dirigido hacia los cuatro obstáculos

(Tabla 9). Esto puede indicar que buena parte de los instrumentos están focalizados en atender obstáculos específicos a la innovación. Vale la pena anotar que, de los instrumentos dirigidos hacia obstáculos financieros, la mayoría lo hacen a través de la cofinanciación de proyectos. Sólo se reportaron dos instrumentos de crédito (Finagro e iNNpulsa) y un instrumento de garantías bancarias para el acceso a crédito (de iNNpulsa)¹⁹.

2.5 Comparación internacional

Con el fin de hacer un contraste entre la distribución de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas en Colombia con otros países de referencia en materia de innovación, se usó la base de datos del Science, Technology and Innovation Policy (STIP) Compass publicado por la Comisión Europea y la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico (OCDE). Esta base de datos reúne información de varios países del mundo en el que, a partir de encuestas a funcionarios públicos, se indaga acerca de los instrumentos y políticas de CTI en sus respectivos países.

Al igual que con el mapeo nacional, la base de STIP Compass fue filtrada para acotar la muestra de análisis a aquellos instrumentos dirigidos a promover la innovación en empresas. Se seleccionaron aquellos instrumentos que tenían al menos un tipo de empresas como beneficiarios y que tenían al menos un objetivo relacionado con innovación. Adicionalmente, se seleccionaron algunos países de referencia en materia de innovación a nivel mundial y nivel latinoamericano siguiendo el ranking del Índice Global de Innovación del foro Económico Mundial²⁰.

19. De los instrumentos reportados por Bancóldex en la matriz original de DNP & DAPRE (2019), no se encontraron los de las líneas de crédito para la innovación. Solo se reportaron los programas Delta que ofrecen capacitaciones para que los empresarios formulen proyectos para presentarse a las convocatorias de beneficios tributarios de Colciencias.

20. Ver detalles del filtro y de los países seleccionados en los Anexos.

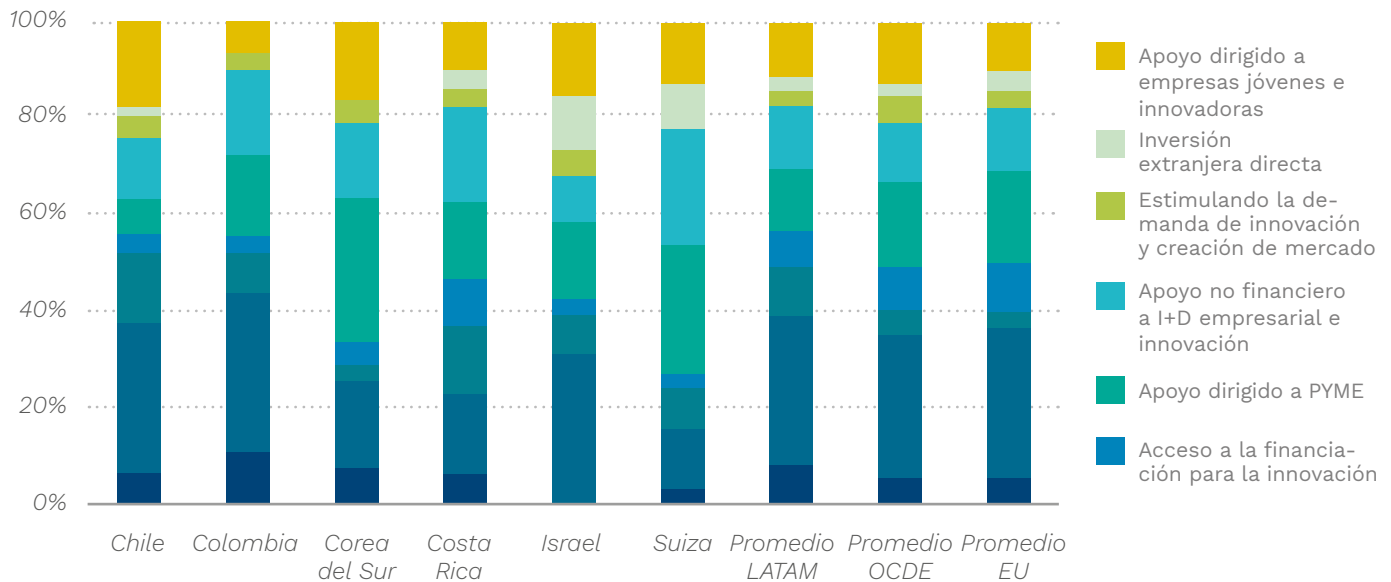
Los datos permitieron observar que Colombia tiene una proporción de instrumentos²¹ dirigidos hacia apoyar empresas jóvenes innovadoras, hacia facilitar el acceso a financiamiento a la innovación, y hacia promover la innovación a través de la inversión extranjera directa comparado con el promedio de países de América Latina, la OCDE y la Unión Europea. Además, en Colombia las

empresas tienen un peso relativamente menor dentro del conjunto de beneficiarios de los instrumentos, y otros tipos de beneficiarios como las entidades gubernamentales; investigadores, estudiantes y profesores; e instituciones de educación e investigación tienen una mayor participación en comparación con los mismos países de referencia (Ilustración 12).

Ilustración 12.

Distribución del tipo de estrategias de promoción de la innovación en empresas en Colombia y países seleccionados.

Fuente: elaboración propia con base en datos de EC/OCDE (2017).



21. Cabe anotar que la base de datos del STIP Compass reportaba información de presupuestos, pero no fue posible utilizarla debido a que muchos instrumentos tenían información en blanco, otros no tenían presupuestos puntuales sino rangos de presupuestos, y cada país reportaba el presupuesto en su moneda local; por tanto, la muestra usada solo fue comparable en cuanto al número de instrumentos. Además, las comparaciones se presentan en distribuciones porcentuales ya que el número de instrumentos entre países es diferente. También es importante señalar que los resultados para Colombia no son comparables con las ofertas mapeadas por Banco Mundial & DNP (2015) ni DNP & DAPRE (2019) puesto que la metodología y cuestionario es diferente, el número de funcionarios y entidades encuestadas es diferente, y los años de referencia son diferentes.



3

Guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación

Como parte del proyecto, se elaboró una Guía de diseño de instrumentos de innovación bajo el liderazgo de Inventta y el acompañamiento del equipo del CPC y SwissContact. La Guía tiene como objetivo ser una herramienta práctica que brinde una serie de recomendaciones y buenas prácticas para una mejor elaboración y ejecución de instrumentos públicos de apoyo a la innovación teniendo en

cuenta las necesidades de las empresas, y de esa manera ofrecer a las empresas del país mecanismos más efectivos para superar las barreras a la innovación que enfrentan. Los usuarios hacia los cuales va dirigida la Guía son los funcionarios públicos encargados de diseñar instrumentos de apoyo a la innovación, así como tomadores de decisión sobre instrumentos de apoyo a la innovación.



La elaboración y uso de esta Guía se enmarca en la Metodología de Articulación para la Competitividad (ArCo), la cual es una iniciativa comprensiva que viene desarrollando el gobierno desde 2018 en cabeza del Departamento Nacional de Planeación (DNP) y el Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE) para racionalizar y mejorar la oferta de instrumentos de ciencia, tecnología e innovación que ofrecen las diferentes entidades públicas del país. Más allá de buscar mejorar cada instrumento individualmente, ArCo pretende optimizar todo el portafolio de instrumentos, y la Guía de diseño de instrumentos de apoyo a la innovación también busca contribuir a ese propósito.

Para el diseño de la Guía, se llevaron a cabo entrevistas (formales e informales) y grupos de discusión con funcionarios y exfuncionarios públicos de entidades como iNNpulsa, el Ministerio de Comercio, Industria y Turismo, el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (antes Colciencias), Bancóldex, SENA, y otros; con consultores y expertos en ciencia, tecnología e innovación que han participado en la formulación y ejecución de instrumentos públicos del sector; y con empresarios que se han postulado y/o han sido beneficiarios de este tipo de instrumentos. Estas conversaciones permitieron identificar las dinámicas que sigue y los puntos críticos que enfrenta un funcionario público a la hora de diseñar instrumentos, para así formular las recomendaciones y herramientas de ayuda que contiene la guía.

3.1 Estructura de la guía

Las recomendaciones que brinda la Guía partieron de la identificación de la ruta (*journey map*) que un funcionario público debe seguir para la elaboración de un instrumento, pasando por el origen y conceptualización del instrumento hasta la ejecución y cierre de este.

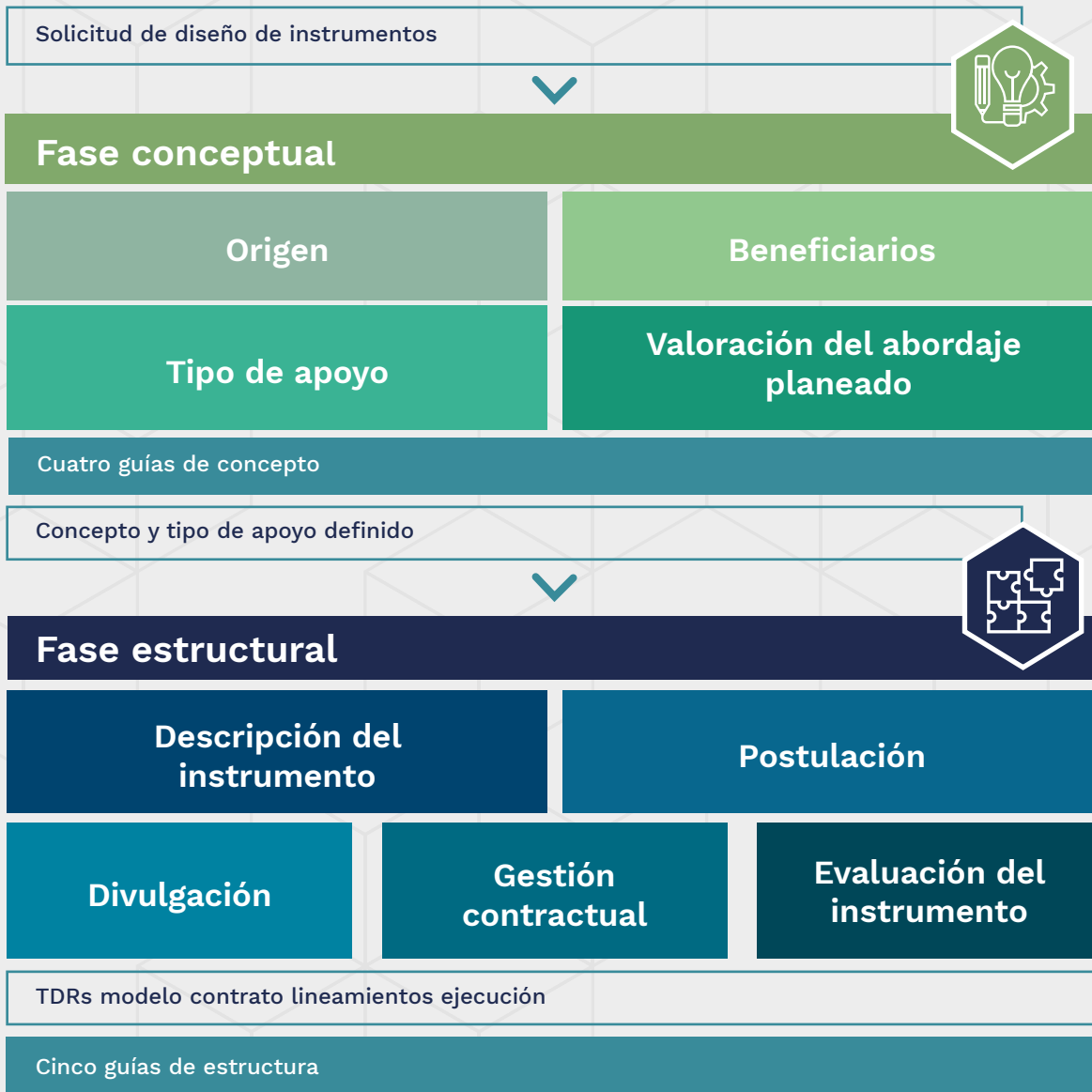
Si bien la construcción de un instrumento no es lineal y se dan iteraciones y reprocesos, la ruta se dividió en dos grandes fases: una conceptual y otra estructural, cada una con unas etapas. La fase conceptual comprende desde el momento en el que se levanta la solicitud de diseñar el instrumento y pasa por

las etapas del origen del instrumento, definición de los beneficiarios potenciales, definición del tipo de apoyo que otorgará el instrumento, y la validación conceptual del instrumento. Después de haber definido conceptualmente el instrumento, la fase estructural comienza por una etapa de descripción del instrumento y una de postulación—que incluyen buenas prácticas para la elaboración de los términos de referencia—, seguido de las etapas de divulgación, de gestión contractual de evaluación del instrumento—que incluyen lineamientos para una mejor ejecución del instrumento (Ilustración 13).

Ilustración 13.

Etapas y guías de la ruta de diseño de instrumentos.

Fuente: elaboración propia.



La razón de la división de la ruta en estas dos fases es que, según se identificó durante las conversaciones con diferentes actores, una vez que un instrumento ha sido definido conceptualmente y comienza su estructuración, es muy difícil ‘devolverse’ a hacer algún cambio conceptual puesto que cualquier cambio repercutiría drásticamente sobre el resto de las etapas y ocasionaría un desgaste y pérdida de tiempo importantes. Después

de que se define conceptualmente un instrumento (quiénes serán sus beneficiarios, qué tipo de falla o problema pretende solucionar y qué tipo de apoyo brindará), es poco probable que sea modificado. Hacer cambios en el concepto (bosquejo inicial) del instrumento durante la fase estructural puede traer consecuencias no deseadas para el logro del propósito, ya que se pierde la coherencia entre los diferentes elementos.



Luego, cada una de las etapas de cada fase tienen su propia guía, que responde a unas preguntas específicas relacionadas con la etapa de la ruta del diseño de instrumento a la que pertenece. Las preguntas de reflexión, a partir de las cuales se desprenden las demás preguntas y recomendaciones de cada guía, son (Ilustración 14):

- **Guía 1: Origen:** ¿Conoce el propósito y las restricciones de la solicitud de diseño que le dieron?
- **Guía 2: Beneficiarios** ¿Las barreras que se busca superar con el instrumento son realmente relevantes para los beneficiarios?
- **Guía 3: Tipos de Apoyo** ¿Tiene identificados varios mecanismos de intervención coherentes con el propósito del instrumento, las restricciones y las capacidades de los beneficiarios?
- **Guía 4: Validación del Abordaje Planteado** ¿Es coherente el concepto del instrumento hasta ese momento?
- **Guía 5: Descripción del Instrumento** ¿El instrumento presenta las condiciones técnicas y jurídicas para ser lanzado?
- **Guía 6: Postulación** ¿El proceso de postulación le permite al interesado entender cómo puede participar en el instrumento?
- **Guía 7: Divulgación** ¿Ha definido la estrategia de divulgación para llegar a los beneficiarios que le interesan?
- **Guía 8: Gestión Contractual** ¿El proceso de monitoreo y supervisión le permite tomar acciones oportunas sin desgastar a los actores involucrados en el instrumento?
- **Guía 9: Evaluación del Instrumento** ¿Los indicadores de resultados e impacto están alineados con el propósito del instrumento?

Así, en total se tienen nueve guías (cuatro de concepto y cinco de estructura) que pueden ser consultadas individualmente para mayor versatilidad y facilidad en su uso. Por ejemplo, en caso de que un funcionario tenga dudas acerca de cómo formular los términos de referencia del instrumento que está diseñando, puede ir directamente a la ‘Guía 5: Descripción del Instrumento’ en vez de tener que navegar por todo el documento. No es indispensable que un funcionario (o lector) lea toda la guía (es decir, las nueve guías completas), sino que puede buscar y seleccionar las secciones que necesita. Para ello, la guía ofrece un vademécum de problemas frecuentes en el diseño de instrumentos para ubicar de manera más fácil la guía que aborda el aspecto buscado.

Ilustración 14.

Guías y preguntas de reflexión según cada fase y etapa de la ruta de diseño de instrumentos.

Fuente: elaboración propia.



Fase conceptual

Guía 1: Origen

¿Conocen el propósito y las restricciones de la solicitud de diseño que dieron?

Guía 2: Beneficiarios

¿Las barreras que se busca superar son realmente relevantes para los beneficiarios?

Guía 3: Tipo de apoyo

¿Tiene identificados varios mecanismos de intervención coherentes con el propósito del instrumento, las restricciones y las capacidades de los beneficiarios?

Guía 4: Valoración del abordaje planeado

¿Es coherente el concepto del instrumento hasta este momento?



Fase estructural

Términos de referencia: ¿cuáles son las reglas de participación en el instrumento?

Guía 5: Descripción del instrumento

¿El instrumento presenta las condiciones y técnicas jurídicas para ser lanzado?

Guía 6: Postulación

¿El proceso de postulación le permite al interesado entender cómo puede participar en el instrumento?

3 prácticas clave en el diseño de términos de referencia.

Guideline de ejecución: ¿Qué pautas seguir para una mejor ejecución?

Guía 7: Divulgación

¿Ha definido la estrategia de divulgación para llegar a los beneficiarios que le interesan?

Guía 8: Gestión contractual

¿El proceso de monitoreo y supervisión le permite tomar acciones oportunas sin despegar a los actores involucrados?

Guía 9: Evaluación del instrumento

¿Los indicadores de resultados e impacto están alineados en el propósito del instrumento?



Cada guía tiene la misma estructura. Primero, abre con la pregunta de reflexión mostrada anteriormente, a partir de la cual se desprenden preguntas adicionales y situaciones o problemas en el diseño de un instrumento para las cuales es útil esa guía en específico. Luego, muestra qué resultados se obtendrán al final la aplicación de la guía, haciendo referencia a las preguntas

del test de funcionalidad de la metodología ArCo con los cuales sería compatible. Por último, despliega varias herramientas visuales tipo CANVAS que permiten aplicar más fácilmente las recomendaciones de la guía y un listado de chequeo para verificar que se hayan aplicado las diferentes recomendaciones y se hayan obtenido los resultados esperados (Ilustración 15).

Ilustración 15.

Estructura de una guía tipo.

Fuente: elaboración propia.



3.2 Herramientas de la guía

Como se mencionó recientemente, cada guía incluye varias herramientas visuales en formato tipo CANVAS que facilitan hacerle un seguimiento a la implementación de las recomendaciones y buenas prácticas plasmadas en cada una (ver ejemplos en la Ilustración 16). Se tienen en total 21 herramientas, las cuales son:

1. Mapa de restricciones de entrada.
2. Mapa de *stakeholders* del instrumento.
3. Levantamiento de información de los beneficiarios.
4. Entrevista directa (para levantamiento de información primaria).
5. Mapa beneficiario (para análisis de información primaria).
6. Validación de problemáticas relevantes en los beneficiarios (¿por qué? - ¿por qué?).
7. Levantamiento de información de tipos de apoyo (mecanismos de intervención).
8. Entendimiento del objetivo de los diferentes tipos de apoyo (inventario).
9. Matriz de comparación de tipos de apoyo (mecanismos de intervención).
10. Integración de tipos de apoyo.
11. Documento conceptual del instrumento.
12. Validación del instrumento ante diferentes actores (*sparring*).
13. Test de coherencia entre los diferentes elementos del instrumento.
14. Matriz de marco lógico del instrumento.
15. Completitud de los términos de referencia.
16. Definición de requisitos de postulación.
17. Evaluación de la postulación.
18. Levantamiento de información para la divulgación.
19. Estrategia de divulgación.
20. Matriz de identificación y gestión de riesgos.
21. Plan de evaluación de resultados e impacto del instrumento.

Ilustración 16.

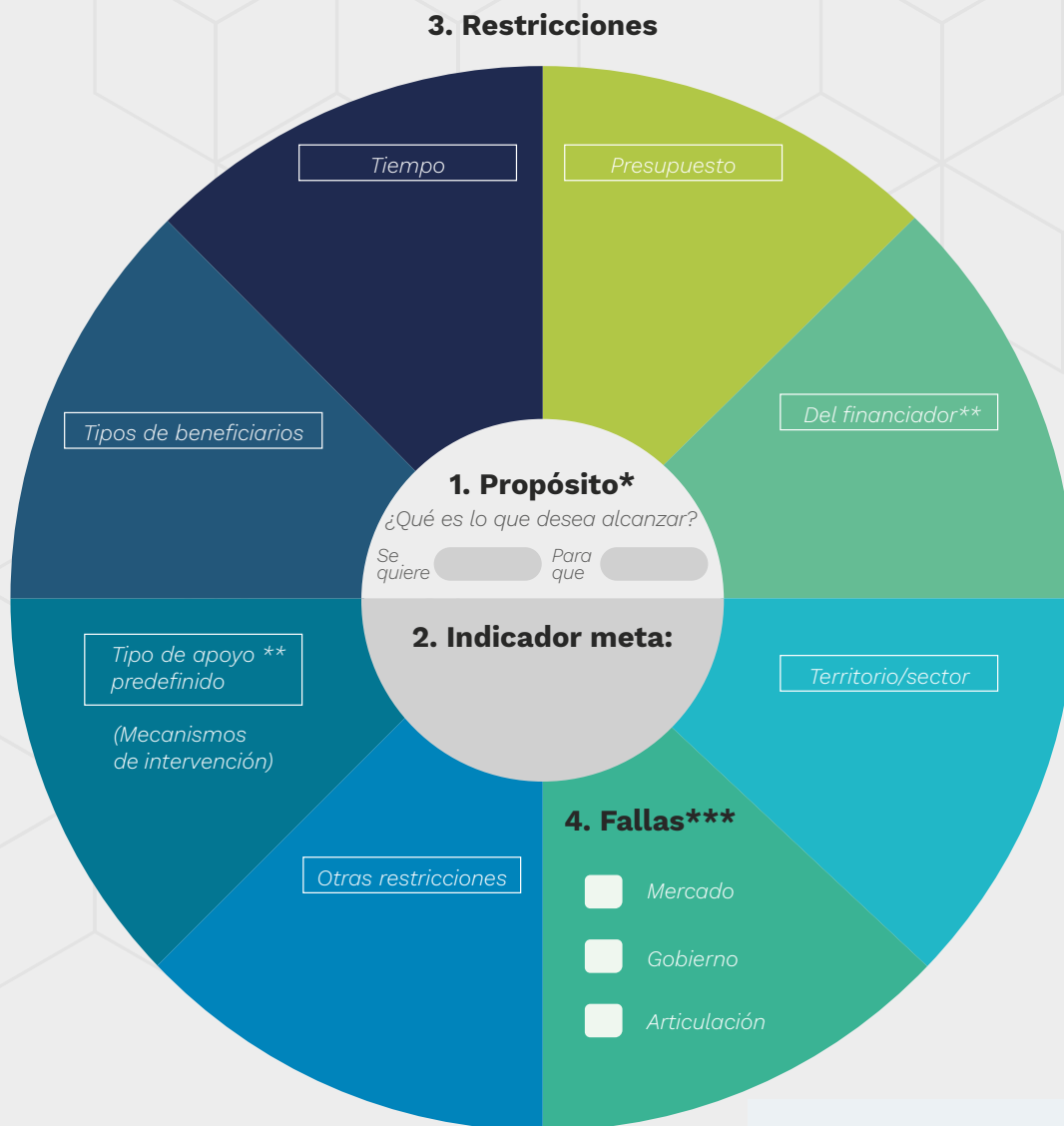
Ejemplo de una de las herramientas de la guía para diseño de instrumentos.

* Ver tabla de ejemplos de propósito en la Guía 1 - ORIGEN

** Si no conoce las restricciones del financiador, dialogue y recopile sus experiencias, condiciones y expectativas.

*** Ver tabla de fallas en test de funcionalidad 6 - Metodología ArCo - Anexos

Fuente: elaboración propia.



Nota: Entre menos restricciones de entrada tenga, mayor oportunidad de proponer dentro del instrumento

1. Ubicar el propósito del instrumento

¿Qué es lo que desea alcanzar?

2. ¿Cuál es la meta de desea alcanzar?

3. ¿Con qué condiciones y restricciones debe diseñar y ejecutar el instrumento?

Marcar las NO negociables

4. ¿ A qué tipo de fallas pretende responder el instrumento que se va a diseñar?***

5. Si hay algún campo donde no se conocen restricciones, déjelo vacío.

3.3 Manifiesto

Por último, la guía incluye un manifiesto ejecutivo con once recomendaciones puntuales sobre buenas prácticas en el diseño de instrumentos, que además se alinean con varias de las recomendaciones establecidas por la metodología ArCo, dirigido hacia tomadores de decisiones y altos funcionarios públicos. Estas son:

1. El que mucho abarca, poco impacta: Los instrumentos, entre mejor enfocados, mejores resultados dan, no le ponga más cargas de las que puede resolver.

2. Cada niño con su juguete: Intentar impactar con el mismo instrumento a diferentes beneficiarios termina por disminuir el impacto en cada uno.

3. El escritorio es el peor lugar para conocer el mundo: Es preciso dedicar esfuerzos para entender y validar necesidades en los beneficiarios, la información secundaria ayuda, pero no es suficiente.

4. Los billetes no se estiran: Siempre que se impacte a un volumen grande de beneficiarios será un objetivo importante, cuide que no sea a costa del impacto y profundidad que se alcanza.

5. Más no siempre es mejor: Es necesario tener un balance entre el tamaño del beneficio y la cantidad de beneficiarios sin disminuir el alcance e impacto del instrumento.

6. Despacio que voy de prisa: Recortar los tiempos mínimos técnicos para cumplir restricciones de tiempo afecta enormemente los resultados y percepción sobre un instrumento.

7. Cuando solo tienes un martillo... Los instrumentos deben responder a necesidades de los beneficiarios, no al revés.

8. Al César lo que es del César... Ayude a alinear los intereses y preocupaciones de las áreas técnicas y jurídicas. En un juego de fuerzas siempre alguien pierde, y queremos sumar, no perder.

9. Zapatero a tus zapatos: Hay muchos desafíos para abordar, enfóquese en los más alineados con su entidad y colabore con otras entidades para resolver los que les corresponde.

10. Construir sobre lo construido: Estudiar cómo han operado los instrumentos dentro de su entidad, con el fin de usar lo que funciona y aprender sobre lo que no.

11. Entre bomberos no nos pisamos las mangueras: Revisar las problemáticas que ya están siendo abordadas por otras entidades para garantizar que no haya duplicidad.




4

Conclusiones y recomendaciones de política

Las recomendaciones de política del proyecto se desprenden del análisis de la correspondencia entre la oferta de instrumentos públicos de apoyo a la innovación y la demanda o necesidades de las empresas en términos de

los obstáculos a la innovación con el fin de lograr una oferta más eficiente y con mejores resultados para la innovación en el país. De esta discusión se derivaron seis grandes recomendaciones que se presentan a continuación.



4.1 Alinear la oferta de instrumentos con los obstáculos a la innovación que perciben las empresas

Según los resultados del estudio, los obstáculos de conocimiento son los que más perciben los empresarios a la hora de innovar, seguidos de los regulatorios, de mercado y financieros. Durante las entrevistas, los empresarios destacaron que el conocimiento es un obstáculo por la escasez de personal calificado y con experiencia en innovación que pueda aportar a los procesos que cada organización. También resaltaron que hay una desarticulación entre las entidades de gobierno que genera que lo regulatorio sea un obstáculo, y que el actual sistema de propiedad intelectual del país es insuficiente porque genera gastos adicionales en tiempo y dinero. En cuanto a los obstáculos financieros, perciben que realizar innovaciones es costoso y que la complejidad de cumplir con los requisitos específicos para lograr financiación de terceros es alta.

Desde el lado de la oferta de instrumentos, la mayoría se concentran en los obstáculos de conocimiento (34%) y de mercado (27%). Sin tener en cuenta el instrumento de beneficios tributarios, el cual está dirigido hacia el obstáculo financiero, los obstáculos con más presupuesto también son los de conocimiento y de mercado. El obstáculo con menor participación, tanto en número de instrumentos (6%) como presupuesto, es el regulatorio/institucional (Ilustración 9).

Utilizando la información de ambos análisis se realizó una comparación para ver si los instrumentos ofrecidos están alineados con la percepción que tienen las empresas de los obstáculos (Tabla 10). Como se dijo anteriormente, los obstáculos de conocimiento son los más percibidos por las empresas de ambos sectores y se puede observar que estos también son los obstáculos en los que están más concentrados los instrumentos de innovación; es decir, que hay una alineación entre la percepción que tienen los empresarios y la oferta de instrumentos dirigidos hacia este tipo de obstáculos.

Sin embargo, la información de los otros obstáculos no coincide entre la oferta y la demanda; es decir, que los esfuerzos que se realizan con los instrumentos de innovación no están cubriendo, en su totalidad, las necesidades que presentan las empresas a la hora de innovar. Esto ocurre con los obstáculos regulatorios, los cuales a pesar de ser los segundos con mayor percepción por parte de las empresas, son los que menor oferta de instrumentos tienen. También ocurre con los obstáculos financieros, los cuales son los que han tenido la menor frecuencia de percepción por parte de las empresas pero tienen mayor número de instrumentos que los regulatorios (Tabla 10).

Tabla 10.

Distribución de instrumentos públicos según los obstáculos a la innovación a los que están dirigidos (oferta) vs. Porcentaje de empresas que percibieron como altos los obstáculos a la innovación (demanda).

Fuente: elaboración propia con base en DNP & DAPRE (2019) y la EDIT (DANE).

Oferta de instrumentos según obstáculos a la innovación	Demanda (obstáculos a la innovación que perciben las empresas)	
	Empresas manufactureras	Empresas de servicios
De conocimiento (44%)	De conocimiento (49,6%)	De conocimiento (26%)
De mercado (27%)	Regulatorios (46,7%)	Regulatorios (24,4%)
Financieros (23%)	De mercado (44%)	De mercado (23,2%)
Regulatorios (6%)	Financieros (40%)	Financieros (22,7%)

Por ello, es importante tener una oferta más sólida, diversificada y alineada con los principales obstáculos que enfrentan las empresas, en especial de conocimiento y regulatorios. El hecho de que los obstáculos de conocimiento y regulatorios sean los de mayor percepción es una señal de las carencias de mano de obra calificada en el mercado laboral y de las dificultades

que el andamiaje normativo y regulatorio sigue representando para las empresas del país. Se requiere profundizar las políticas educativas y de formación para el trabajo, de mejora normativa y de facilitación del ambiente de negocios para proveer unas condiciones básicas para el funcionamiento de las empresas y la adecuada puesta en marcha de proyectos de innovación.

4.2 Diseñar instrumentos para superar los obstáculos financieros de acuerdo con el nivel de madurez de las empresas

Uno de los resultados más importantes acerca de los obstáculos a la innovación es que, para las empresas, los obstáculos financieros son disuasivos mientras que los demás tipos de obstáculos (de conocimiento, de mercado y regulatorios) son percibidos pero superados (es decir, son revelados). En otras palabras, que los

obstáculos financieros pueden hacer que una empresa desista de iniciar procesos de innovación, pero cuando estas perciben obstáculos de conocimiento, mercado y/o regulatorios no desisten de los procesos de innovación, sino que a medida que avanzan en ellos adquieren la experiencia y los medios para superarlos.



Existe una interacción estrecha entre los obstáculos financieros y los demás tipos (Mohnen & Rosa, 2001). Usualmente, los obstáculos financieros se materializan como la necesidad de dinero para pagar bienes o servicios relacionados con otro tipo de obstáculo; por ejemplo, con la contratación de personal calificado para llevar a cabo ACTI, la compra de maquinaria especializada, la ejecución de estudios de mercado, etc. En efecto, los ejercicios econométricos corroboraron que hay una relación estadística entre los obstáculos financieros y los de conocimiento, de mercado y regulatorios. En últimas, estas otras barreras se han podido entrelazar con las financieras y hacer del problema financiero el verdadero detractor para innovar. Según esto, es importante otorgar apoyo financiero con el cual las empresas pueden superar los demás obstáculos.

Lo anterior plantea la pregunta de si la principal necesidad de las empresas para innovar es el financiamiento, y de si entonces los instrumentos públicos deberían enfocarse en proveer financiamiento para las empresas ya que ellas superarán los demás obstáculos y generarán innovaciones. La visión de que una vez que las empresas tienen los recursos financieros suficientes para emprender proyectos de innovación superan los demás obstáculos y finalizan dichos proyectos exitosamente, presupone que cuentan con

las habilidades y capacidades internas suficientes para gestionar los proyectos de innovación y sobrellevar los obstáculos que se presenten; sin embargo, existe que evidencia de que en general las empresas del país carecen de ellas.

La última versión de las EDIT de manufacturas y de servicios incluyen un nuevo módulo relacionado con gestión empresarial, que tiene como objetivo comprender mejor las prácticas de gestión y organización en el manejo y crecimiento de la productividad de las empresas investigadas. Según este módulo, ante un problema surgido en el proceso de producción, menos de la mitad (el 45,4%) de las empresas manufactureras colombianas manifestó que el problema fue solucionado, se llevaron a cabo acciones para asegurar que no sucediera de nuevo y se inició un proceso de mejora continua para anticipar ese tipo de problemas. El 34% del total de empresas investigadas no monitorean indicadores clave de desempeño; y de las que lo hacen, el 52,2%, señalaron no colocar tableros de control o seguimiento para mostrar sus indicadores. El 47,5% de las empresas con indicadores claves de desempeño manifestaron fijar las metas de producción a corto plazo y manifestaron alcanzarlas con una cantidad normal de esfuerzo. Y al indagar por el conocimiento que el personal de las empresas tenía sobre sus metas de producción, se encontró que

solo el 34,5% del total de empresas que cuentan con metas de producción señalaron que todos los/las gerentes/as y la mayoría de los/las trabajadores/ras de producción conocían las metas de producción (DANE, 2019). Estos resultados son diferenciados según el tamaño de las empresas pues entre menor escala de personal ocupado son más bajos los indicadores, lo cual señala que en general las MIPYME del país tienen deficiencias gerenciales.

Asimismo, la encuesta mundial de gestión (WMS) de 2017-2018 señala que existen bajas capacidades gerenciales en las empresas del país, y que estas no utilizan prácticas avanzadas, proactivas y preventivas para una gestión moderna (Taborda, 2019).

Los datos anteriores hacen pensar que la mayoría de las empresas colombianas no tienen las capacidades suficientes para gestionar de manera efectiva procesos de innovación (Cirera y Maloney, 2017), incluyendo el reconocer sus principales limitaciones ('saber lo que no saben') y las barreras que han de enfrentar para innovar.

Entonces, es deseable que los instrumentos no estén enfocados únicamente al obstáculo financiero, sino también a dar un acompañamiento que busque mejorar las prácticas gerenciales para que los recursos sean efectivos para lograr innovación.

En efecto, varios instrumentos ya hacen este acompañamiento. De acuerdo con el mapeo de la oferta de instrumentos, la mayor parte de los instrumentos dirigidos hacia superar obstáculos financieros también están dirigidos hacia otro obstáculo. Esto se debe a que la mayoría de los instrumentos reportados como de obstáculos financieros son apoyos directos o indirectos a través de subsidios o cofinanciación de proyectos de innovación, que establecen rubros puntuales (usualmente relacionados con el pago de personal técnico, maquinaria y equipo, pruebas y ensayos, consultores y otros relacionados con obstáculos de conocimiento y de mercado) a cofinanciar dentro de los proyectos. Solo se reportaron tres instrumentos de crédito específicos para la innovación, que corresponden a aquellos instrumentos enfocados exclusivamente hacia obstáculos financieros. Del total de instrumentos, el 12% están enfocados solo a los obstáculos financieros mientras que aproximadamente el 18% están enfocados al obstáculo financiero y algún otro; presupuestalmente, los instrumentos que solo están enfocados hacia los obstáculos financieros tienen más de cuatro veces el monto de recursos de los instrumentos enfocados a los obstáculos financieros y algún otro (Ilustración 17).

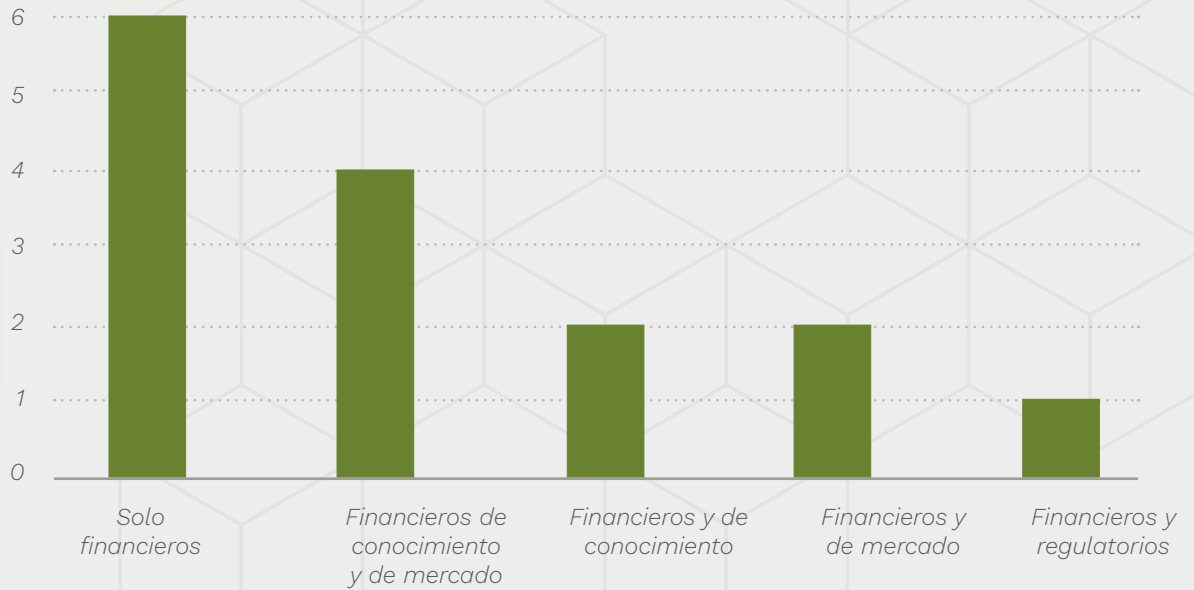


Ilustración 17.

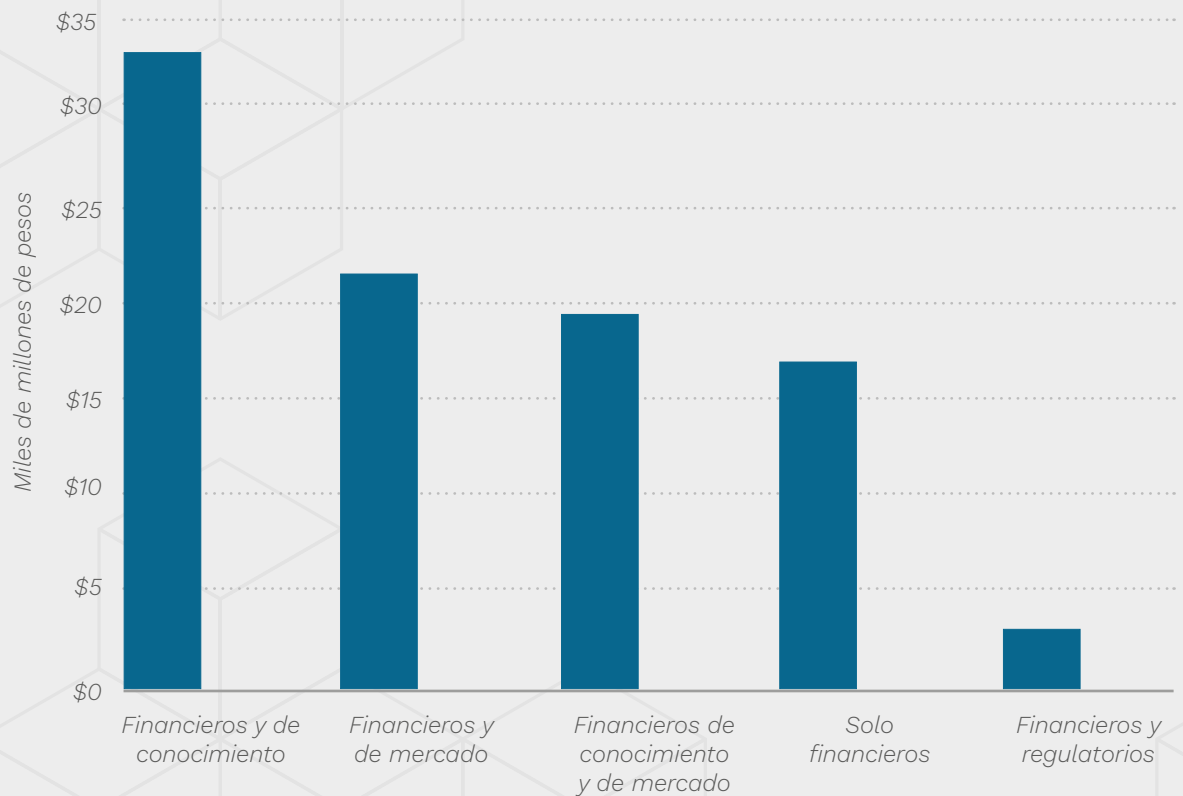
Número y presupuesto de los instrumentos dirigidos hacia obstáculos financieros, según si estaban dirigidos exclusivamente a este obstáculo o también a otros.

Fuente: : elaboración propia.

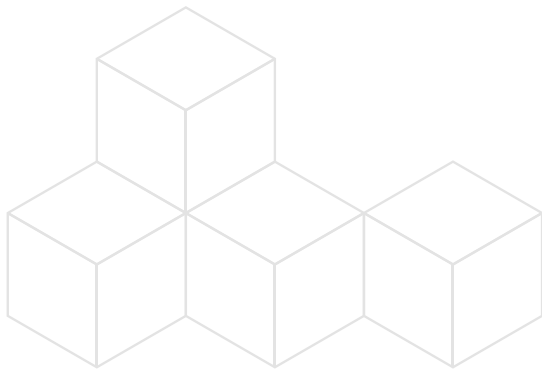
A. Por número de instrumentos



B. Por presupuesto



*Para facilidad del análisis, no se incluye el instrumento de beneficios tributarios de Colciencias (presupuesto de COP \$1 billón).



Este tipo de instrumentos dirigidos hacia algún tipo de obstáculo complementario a los financieros se alinea con lo expuesto anteriormente. Si los obstáculos financieros disuaden a las empresas para llevar a cabo innovaciones, pero otorgar recursos financieros a las empresas puede no dar los resultados esperados en la medida en que la mayoría carece de las capacidades gerenciales para hacer un uso efectivo de estos. Entonces, estructurar instrumentos que cofinancien rubros que ataquen los obstáculos de conocimiento, de mercado y regulatorios dentro de los proyectos es una alternativa que solventa el obstáculo financiero a la vez que permite superar otro tipo de obstáculos.

Luego, en la medida que se fortalezcan las capacidades internas de las empresas, los instrumentos únicamente dirigidos hacia los obstáculos financieros, como los instrumentos de crédito para la innovación, tendrán un mejor uso por parte de las empresas y un mayor efecto. Este último tipo de instrumentos deberían ir enfocados hacia empresas con un nivel de madurez alto, mientras que los instrumentos de cofinanciamiento hacia empresas con capacidades internas aún

limitadas. Es una diferenciación similar a la que se hace en algunos esquemas de financiamiento del emprendimiento, como el programa ALDEA de iNNpulsa que ofrece capital semilla a emprendimientos que hayan primero pasado por unas etapas previas de validación temprana de las ideas de negocio. Dichos acompañamientos previos al desembolso de los recursos mejoran las capacidades empresariales de los beneficiarios y de esa manera aumenta el posible impacto de los recursos. Asimismo, se hace importante ofrecer acompañamientos durante el periodo de inversión de los recursos. Un acompañamiento distinto a la labor de interventoría para ayudar y crear capacidades en la toma de decisiones para el manejo financiero de los recursos de innovación y para identificar y acceder a otras fuentes.

Cabe señalar que estos dos tipos de instrumentos de financiación (créditos y cofinanciamiento) no son los únicos existentes; hay instrumentos alternativos como fondos de inversión, vehículos de inversión, redes de ángeles inversionistas, crédito digital, entre otros. Los funcionarios encargados bien harían en conocer estas alternativas y diseñar instrumentos innovadores.



4.3 Mejorar la focalización de los instrumentos según el tamaño y especialmente la edad de las empresas

Hay una falta de focalización en los instrumentos de apoyo a la innovación que atiendan las necesidades de cada tipo de empresas, especialmente de emprendimientos, microempresas y PYME que enfrentan los obstáculos a la innovación de forma heterogénea.

Del lado de la oferta, el mapeo de instrumentos mostró que no existe una especialización de instrumentos según el tipo de empresas a los que están dirigidos. Tan solo el 4% del presupuesto (sin contar el billón de pesos con que contó el instrumento de beneficios tributarios en 2019) estaba destinado a un único tipo de empresas, distribuido en cerca de \$776 millones para emprendedores, \$7.060 millones a microempresas y \$250 millones a PYME. El resto de los instrumentos estaba dirigido a más de un tipo de empresa a la vez, con algunos de ellos (el 19%) dirigidos a todos los tipos de empresas (nueve instrumentos que sumaban casi COP 30.000 millones sin contar el billón de pesos de cupo del instrumento de beneficios tributarios en 2019). Sumando todos los presupuestos, el tipo de empresas que más puede acceder a

recursos son las PYME, seguido de las microempresas (Ilustración 8); sin embargo, una cosa es el presupuesto al que puede acceder y otra al que efectivamente lo hacen. Por ejemplo, aunque el instrumento de beneficios tributarios (de lejos, el de mayor presupuesto) está habilitado para todo tipo de empresas, del billón de pesos en cupo disponible en el 2019 se le otorgaron cerca de COP 115 millones a este tipo de empresas; es decir, que en la práctica tan solo el 11,6% del presupuesto del instrumento llega a las MIPYME. Entre 2015-2019, en promedio, el 90% del cupo de este instrumento fue asignado a empresas grandes (Minciencias, 2019).

La pertinencia de diferenciar a las empresas beneficiarias y focalizar los instrumentos está en que la carga de los obstáculos que enfrentan los emprendimientos y las microempresas son diferentes a las que enfrenta una empresa grande que lleva varios años de consolidada en el mercado; existe un gradiente entre el tamaño de las empresas y su probabilidad de percibir obstáculos a la innovación: entre más grande sea una empresa,

menor es su probabilidad de reportar obstáculos (Tabla 4 y Tabla 5).

Por ejemplo, tanto en el sector de manufacturas como de servicios, para una empresa de menos de 20 empleados o con menos de 2 años los obstáculos financieros son relativamente más importantes que para una de más de 1.000 empleados o con más de 15 años. En las empresas manufactureras, ocurre lo mismo con los obstáculos regulatorios (Tabla 4 y Tabla 5). En algunas de las entrevistas de campo, los entrevistados de PYME expresaban que les era difícil acceder a recursos financieros en el mercado financiero y conseguir el personal calificado que requerían debido a que era escaso y costoso. Para una empresa grande estas situaciones pueden ser más fáciles de llevar puesto que cuentan con mayor músculo financiero, historia crediticia, experiencia en la búsqueda de talento humano (directamente o a través de terceros) y medios para retener personal calificado.

Además, según se evidenció en la investigación de campo, los empresarios perciben que los requisitos para acceder a instrumentos públicos son altos y el proceso de aplicación es engorroso. Algunas de las MIPYME entrevistadas que han accedido a instrumentos públicos opinan que no son muy prácticos en el proceso de solicitud de requisitos

y que hace falta claridad y sencillez en ellos. Las grandes empresas, por su parte, cuentan con la capacidad administrativa y el recurso humano capacitado y disponible para preparar la documentación y llevar a cabo el proceso de aplicación a las convocatorias públicas; sin embargo, las PYME y emprendimientos, usualmente no lo tienen, y han de sacrificar tiempo y talento humano de otras actividades para postularse. Por ejemplo, la mitad de las empresas entrevistadas no cuentan con un área o cargo exclusivo para la innovación e investigación ni cuentan con el conocimiento de cómo presentar los proyectos a convocatorias de apoyo público.

Adicionalmente es pertinente cuestionarse si el tamaño de la empresa es un buen criterio de focalización de las políticas públicas. Eslava (2014) señala que muchas de las políticas públicas suelen focalizarse en las micro, pequeñas y medianas empresas (MIPYME), dado que se considera que éstas tienen la mayor probabilidad de enfrentar mayores retos durante su desarrollo; adicionalmente, se ha asumido que reducir las barreras que enfrentan este tipo de empresas puede dar grandes beneficios en términos de empleo y crecimiento agregado. No obstante, una reciente ola de investigaciones ha mostrado evidencia que señala que la mayoría de



las empresas pequeñas y microempresas no crece de forma dinámica ni busca hacerlo; la mayoría de los negocios pequeños no busca crecer y genera ingresos relativamente bajos, constituyendo muchas veces lo que se denomina ‘emprendimientos de subsistencia’.

“La MIPYME típica nació y se estancó en esa categoría, en la que lleva lustros o décadas produciendo a baja productividad, y no busca expandirse. Desde el punto de vista de estimular el crecimiento, generar empleo y crecer en competitividad, esta unidad típica probablemente no es el blanco más apropiado para la canalización de fondos públicos” (Eslava, 2014).

En cambio, la edad de las empresas puede ser un mejor criterio de focalización puesto que: “i) Las empresas jóvenes crecen consistentemente a tasas más altas que las empresas establecidas; ii) Este efecto de la edad suele dominar al efecto de tamaño; en particular, el resultado de que la tasa de crecimiento es más alta entre firmas pequeñas suele desaparecer o al menos debilitarse al controlar por la edad de las empresas; iii) En el mediano plazo, la entrada de nuevas empresas se constituye en el motor central del crecimiento de las empresas” (Eslava, 2014).

Al igual que las empresas pequeñas, las empresas jóvenes también re-

quieren de la ayuda pública ya que también enfrentan dificultades para acceder a créditos, tienen mayores dificultades para lidiar con las trabas burocráticas y les cuesta adaptar su tecnología al mercado. Entonces, focalizar las políticas públicas hacia los negocios jóvenes podría generar mayores beneficios en términos de creación de empleo e incluso de productividad. Otra ventaja que se puede encontrar en este tipo de focalización es que garantiza que los beneficiarios “se gradúen”: nadie es joven para siempre. Finalmente, Eslava (2014), resalta que dada la heterogeneidad que hay entre las empresas jóvenes, se debería complementar el criterio de edad con otros que ayude a identificar los nuevos emprendimientos más prometedores.

“Esta limitación natural a la duración de apoyos focalizados hacia las firmas jóvenes permite esperar que esos apoyos ayuden a los beneficiarios a lidiar (parcialmente) con los frenos externos a su crecimiento, pero sólo mientras el proyecto productivo o bien se consolida o bien se revela como poco prometedor” (Eslava, 2014).

Respecto a dicha recomendación, el país tiene una tendencia baja a dirigir sus políticas públicas a empresas jóvenes. En el análisis que se realizó al STIP, se encontró que la oferta de instrumentos dirigidos a apoyar empresas jóvenes innovadoras en Colombia

es relativamente menor que en el promedio de América Latina, la OCDE y la Unión Europea, pues mientras en Colombia la proporción es cercana al 5%, en los países de referencia supera el 10%. Aparte, usualmente cuando se tipifican las empresas para efectos de focalizar algún instrumento, se hace siguiendo las definiciones de tamaños de empresas plasmadas en la Ley 1450 de 2011.

En resumen, se debe reflexionar acerca de la importancia de focali-

zar instrumentos que atiendan las necesidades de las empresas según algunas de sus características, dándole más prioridad a la edad que al tamaño. Es recomendable establecer instrumentos focalizados hacia las empresas jóvenes, que consideren su tamaño, sus necesidades en términos de los obstáculos a la innovación que enfrentan y sus capacidades administrativas para la presentación de las aplicaciones a las convocatorias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

4.4 Darles mayor relevancia a los instrumentos que apoyan innovaciones no tecnológicas (organizacionales, de procesos y de mercadeo)

Las estimaciones de los efectos de los obstáculos a la innovación sobre la actividad innovadora de las empresas y su productividad encontraron que la inversión en ACTI tiene un mayor efecto sobre la probabilidad de llevar a cabo innovaciones tecnológicas que sobre innovaciones no tecnológicas, y en las empresas de manufactura el aumento de la inversión en ACTI de hecho disminuye la probabilidad de obtener innovaciones no tecnológicas. Adi-

cionalmente, mientras que las innovaciones tecnológicas tenían un efecto positivo sobre la productividad de las empresas manufactureras y de servicios, las innovaciones no tecnológicas solo tenían un efecto estadísticamente significativo en empresas de servicios.

Esto puede estar relacionado con una visión lineal de la innovación ‘tecnológica’ basada en la I+D que apunta a innovaciones radicales, y



que no prioriza o deja de lado otro tipo de innovaciones no tecnológicas de tipo incremental que dan lugar a mejoras organizacionales y de técnicas de mercadeo que generan valiosos aumentos en la productividad de las empresas y que, en últimas, les permite crecer (Tidd y otros, 2005). Asimismo, en las entrevistas a empresarios se encontró que muchas veces se asociaba a la innovación directamente con la tecnología.

El resultado encontrado para Colombia puede deberse a dos motivos. Por un lado, las empresas de manufactura principalmente invierten recursos en ACTI que no están dirigidas hacia el desarrollo de innovaciones no tecnológicas, y le dan un mayor peso a la inversión dirigida hacia innovaciones tecnológicas; en contraste, por su naturaleza el sector servicios orienta su inversión en ACTI hacia actividades de organización y mercadeo, por lo cual su propensión a obtener innovaciones no tecnológicas es mayor. Por otro lado, aparentemente predomina aún en muchas empresas y partes del sector público una visión lineal tipo ‘technology-push’ de la innovación, en la que esta se origina en la I+D que apunta a innovaciones radicales y se asocia a lo ‘tecnológico’ (Tidd y otros, 2005), pero que no prioriza o deja de lado otro tipo de innovaciones no tecnológicas de tipo incremental que dan lugar

a mejoras organizacionales y de técnicas de mercadeo que generan valiosos aumentos en la productividad. Inclusive, en el discurso público frecuentemente se separa el término de ‘innovación’ del de ‘productividad’ de manera que de fondo el primero está aludiendo a innovaciones tecnológicas y el segundo a innovaciones no tecnológicas.

La preocupación con tal resultado yace en que el crecimiento de la productividad de las empresas pasa por obtener innovaciones tanto tecnológicas como no tecnológicas, relacionadas con aspectos organizacionales y de mercadeo y organizacionales (Bloom, y otros, 2019). Las innovaciones en procesos, gestión y mercadeo están detrás del crecimiento de muchas de las grandes firmas multinacionales. Es por eso que es relevante que las empresas colombianas presten una mayor atención a este tipo de innovaciones, y que estas apalanquen su crecimiento y productividad.

Ahora bien, sí se ofrecen instrumentos direccionados hacia las innovaciones no tecnológicas de tipo organizacional, de procesos y de mercadeo. En el mapeo de la oferta 26% de los instrumentos de innovación incluían también el objetivo de transferencia del conocimiento y tecnología (TCT), es decir que ofrecen acompañamiento o asesora-

miento a las empresas para mejorar sus procesos internos o establecer modelos de gestión de la innovación, los cuales caben dentro de la categoría de innovaciones organizacionales. Por su parte, 16% incluían el objetivo de comercialización, que caben dentro de la categoría de innovaciones en mercadeo. Vale la pena revisar el diseño y alcance de estos instrumentos para que efectivamente jalonen proyectos de innovaciones no tecnológicas en un número significativo de empresas y aumenten la productividad.

En resumen, las empresas (en especial, manufactureras) deberían balancear sus portafolios de

proyectos de innovaciones tecnológicas y no tecnológicas. La oferta de instrumentos de apoyo a la innovación debe profundizar en aquellos que buscan aumentar la innovación no tecnológica en las empresas, especialmente en empresas manufactureras. Es importante alinear el lenguaje y dar el mensaje a las empresas de que los proyectos que busquen mejorar sus modelos organizacionales, procesos internos y técnicas de mercado también son proyectos de innovación que generan beneficios y resultados innovadores para ellas. Se debe tener una visión compartida de que la innovación no es únicamente ‘tecnológica’.

4.5 Fomentar la cooperación para la innovación teniendo en cuenta las capacidades internas de las empresas

Uno de los resultados más relevantes en cuanto a los mecanismos a través de los cuales las empresas pueden superar las barreras a la innovación es el relacionado con la cooperación. Se evidenció que la cooperación ha servido para mitigar los efectos de los obstáculos de mercado y conocimiento en las empresas, y en específico la cooperación con actores del área de I+D (como universidades, centros

de desarrollo tecnológico, etc.) ha mitigado los efectos de los obstáculos financieros. Así, la cooperación puede coadyuvar a superar obstáculos de diferentes maneras: los financieros, porque se apalancan recursos externos para patrocinar el desarrollo de productos, servicios o procesos innovadores y mitigar su riesgo financiero; los de conocimiento, puesto que el trabajo colaborativo aporta la ac-



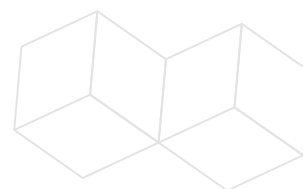
tualización y refuerza el carácter técnico de la información, así como la capacitación y formación de talento humano; y los de mercado, porque se amplía la oferta, se realiza promoción para generar mayor demanda, y se logran aportes en conocimiento sobre mercados al contactar y conectar con otras organizaciones y nuevos clientes.

A pesar de los beneficios de la cooperación para la innovación, en Colombia la proporción de empresas que cooperan para innovar es baja. Según las últimas versiones de la EDIT, menos del 4% de las empresas del país cooperan para innovar.

La cooperación es una característica de la madurez del ecosistema innovador de una economía. De acuerdo con la teoría de los Sistemas Nacionales de Innovación (SNI) y la 'Escalera de Capacidades' de (Cirera & Maloney, 2017), los instrumentos que promueven el relacionamiento entre actores estarían ubicados en un nivel mesoeconómico del sistema y en el peldaño correspondiente a la etapa de maduración y a la etapa madura de los SNI, según el tipo de colaboración entre actores (Ilustración 5). En el peldaño de maduración, se espera que se generen enlaces entre la industria y la academia, y en el peldaño de SNI maduros, que haya proyectos

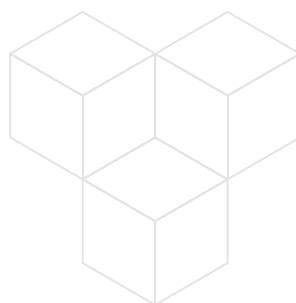
colaborativos y programas tecnológicos de largo plazo. Estos niveles son superiores a la etapa incipiente en la que se construyen capacidades internas de las empresas y se establece la infraestructura básica (factores transversales) para el desarrollo posterior del ecosistema.

Si bien la cooperación es un mecanismo para la superación de obstáculos a la innovación, corresponde a un estadio superior en el nivel de madurez del SNI que requiere de capacidades previas al interior de las empresas. La cooperación para la innovación beneficia principalmente a empresas que ya tengan cierto nivel de madurez, experiencia en la gestión de la innovación y experiencia previa con socios. De hecho, en los ejercicios econométricos se encontró que las empresas con una mayor intensidad del gasto en ACTI y que cuentan con capacidades en I+D son más propensas a cooperar. Además, la cooperación también implica capacidades en trámites legales para negociar y firmar contratos, y capacidades para la definición y gestión de la propiedad intelectual resultante de los proyectos de cooperación. Estas son capacidades que muchas firmas, en especial empresas pequeñas o de temprana edad, no tienen. Por lo tanto, una de las dificultades para cooperar es la falta de capacidades internas de las empresas.



Otra de las dificultades es que, en algunas entrevistas, los empresarios comentaban que algunos instrumentos exigían que la empresa se presentara con algún socio (otras firmas o la academia), cuando justamente las empresas buscaban aplicar a dichos instrumentos para encontrar nuevos socios con quienes innovar; es decir, las empresas buscaban nuevos socios, pero los instrumentos los exigían de entrada. En vez de exigirlos, comentaban algunos entrevistados, los instrumentos deberían promover y facilitar dichos relacionamientos. Por ejemplo, en instrumentos de clusterización y encadenamientos, la generación de vínculos entre empresas es por naturaleza más directa que en instrumentos como beneficios tributarios de MinCiencias, en el que las empresas que se postulan lo deben hacer en conjunto con otro actor reconocido por MinCiencias bajo la modalidad de co-ejecutor o supervisor técnico del proyecto, o como la línea de fomento de innovación y desarrollo tecnológico del SENA, que solicita por lo menos una carta de intención de generar alianzas con empresas, asociaciones o gremios, o una justificación en caso no tener articulación alguna.

Entonces, los instrumentos de cooperación deberían considerar las capacidades internas de las empresas y los niveles de madurez en la gestión de la innovación, incluyendo su capacidad de absorción de conocimiento externo, capacidad de gestión de la propiedad intelectual y capacidades jurídicas. En la medida en que una empresa no cuente con ellas, será menos propensa a cooperar, y de hacerlo no obtendrá los mismos beneficios. Además, los instrumentos deberían promover la cooperación en vez de exigirla; por ejemplo, ayudando a las empresas a encontrar socios y a formular los acuerdos formales de cooperación. De esta forma, se podrá integrar a un mayor espectro de empresas dentro de la masa de aquellas que cooperan, lo cual aumentará las probabilidades de superar obstáculos y, en últimas, de innovar.



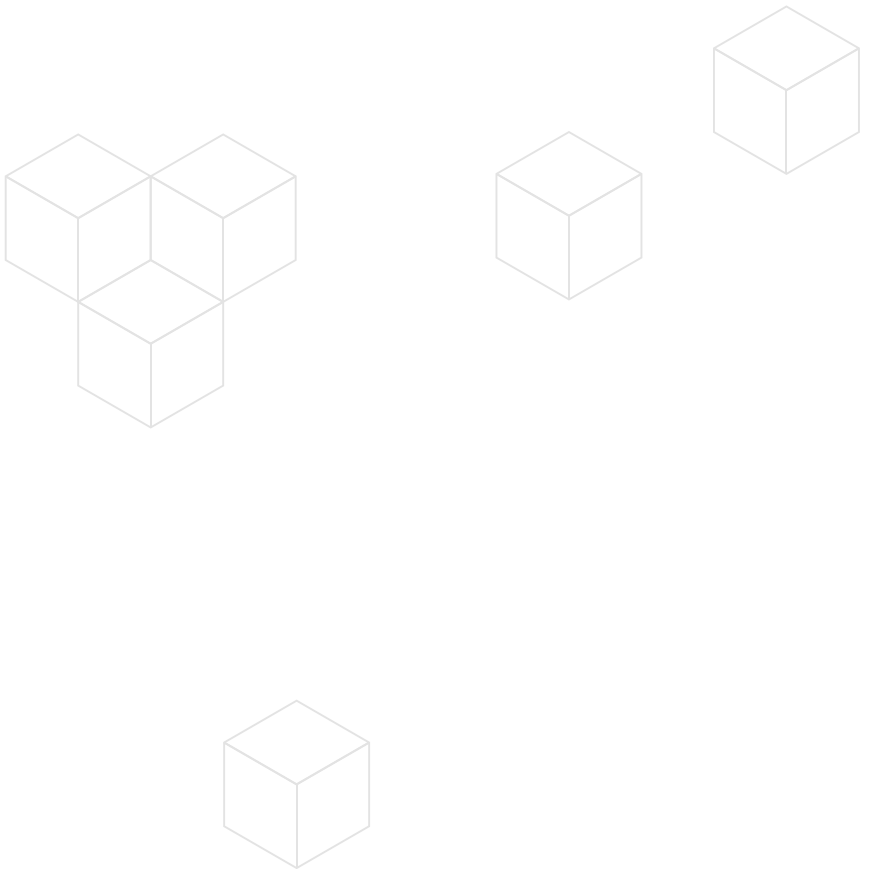


4.6 Profundizar la implementación de ArCo y de la Guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación

Los resultados del mapeo de instrumentos muestran que existe una baja especialización en cuanto a los objetivos de política, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la innovación hacia los cuales están dirigidos tanto los instrumentos como las entidades: buena parte de los instrumentos y de las entidades están dirigidos a varios objetivos, tipos de beneficiarios y tipos de obstáculos a la vez. Esta situación, que también había sido identificada en el análisis de gasto público en CTI realizada por el Banco Mundial en 2015, motivó el surgimiento y difusión de la metodología ArCo, que tiene como objetivo eliminar, fusionar, definir roles, empaquetar y generar rutas para los instrumentos de política con el fin de mejorar la eficiencia del gasto público en CTI. Por ello, es indispensable continuar con la difusión e implementación de esta metodología, para que así se logre racionalizar y mejorar la oferta de instrumentos de innovación.

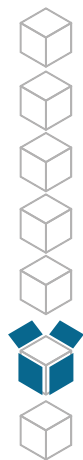
Adicionalmente, la Guía para diseño de instrumentos de apoyo a la innovación busca mejorar las prácticas del diseño de instrumento e incorporar las consideraciones de funcionalidad de los instrumentos de la metodología ArCo. Las recomendaciones que la Guía hace para la fase de conceptualización de instrumentos enfatizan en la importancia de que el diseño del instrumento sea compatible con los criterios de buen desempeño del test de funcionalidad de ArCo, incluyendo la identificación de las fallas que pretende resolver, de los beneficiarios, del tipo de apoyo, etc.

Entonces, la aplicación conjunta de la metodología ArCo junto con la guía para diseño de instrumentos fortalecerán la oferta pública de instrumentos para que, en últimas, el país obtenga mejores resultados en materia de innovación.



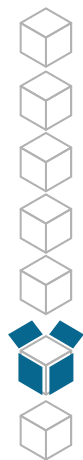


REFERENCIAS



- Arza, V., & López, E. (2018). *Obstacles to Innovation and Firm Size: A Quantitative Study for Argentina*. Technical Note No. IDB-TN-1436, Interamerican Development Bank.
- Audretsch, D., & Keilbach, M. (2007). *The Theory of Knowledge Spillover Entrepreneurship*. *Journal of Management Studies*, 44: 1242-1254.
- Baldwin, C., & von Hippel, E. (2011). *Modeling a paradigm shift: From producer innovation to user and open collaborative innovation*. *Organizational Science*, 22: 1399-1417.
- Baldwin, J., & Lin, Z. (2002). *Impediments to advanced technology adoption for Canadian manufacturers*. *Research Policy*, 31: 1-18.
- Banco Mundial & DNP. (2015). *Mapeo de instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación* [base de datos]. Datos procesados pero no publicados, Banco Internacional de Reconstrucción y Fomento (Banco Mundial) y Departamento Nacional de Planeación (DNP).
- Banco Mundial. (2015). *Análisis Funcional y de Gobernanza del Gasto Público en Ciencia, Tecnología e Innovación en Colombia*. Entregable No. 4 del Proyecto "Análisis del Gasto en CTI" entre el Banco Mundial y el Departamento Nacional de Planeación de Colombia.
- Banco Mundial. (2015). *Plan de Transferencia e Implementación de Recomendaciones*. Banco Mundial y el Departamento Nacional de Planeación de Colombia, Entregable No. 5 del Proyecto "Análisis del Gasto en CTI" .
- Bilbao Ramírez, J. L., & Escobar Callegas, P. H. (2020). *Investigación y Educación Superior*. Bogotá.
- Bloom, N., Brynjolfsson, E., Foster, L., Jarmin, R., Patnaik, M., Saporta-Eksten, I., & Van Reenen, J. (2019). *What Drives Differences in Management Practices? What Drives Differences in Management Practices?*
- Brem, A. (2011). Linking innovation and entrepreneurship - literature overview and introduction of a process-oriented framework. *International Journal of Entrepreneurship and Innovation Management*, 14(1), 6-35.
- Bukstein, D., Hernández, E., & Usher, X. (2018). *Assessing the Impacts of Market Failures on Innovation Investment in Uruguay*. *Journal of Technology Management Innovation*, 14: 137-157.
- Casal, J., & Mateu, E. (2003). *TIPOS DE MUESTREO*. Barcelona.
- Chesbrough, H. (2003). *Open Innovation—The New Imperative for Creating and Profiting from Technology*. Harvard Business School Press, Cambridge, Mass.
- Chung, S., & Kim, G. (2001). *Performance effects of partnership between manufacturers and suppliers for new product development: the supplier's standpoint*. *Research Policy*, 32: 587-303.
- Cirera, X., & Maloney, W. (2017). *The innovation paradox: Developing-country capabilities and the unrealized promise of technological catch-up*. The World Bank.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1989). *Innovation and learning: the two faces of R&D*. *The Economic Journal*, 99: 569-596.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1990). *Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation*. *Administrative Science Quarterly*, 35: 128-152.
- CPC & SwissContact. (2019). *Análisis de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación en Colombia*. Consejo Privado de Competitividad (CPC) y SwissContact, Entregable no. 2 del proyecto "Análisis de obstáculos a la inversión privada en I+D+i en Colombia y propuesta metodológica para diseño de instrumentos de innovación desde la demanda".
- CPC. (2019). *Informe Nacional de Competitividad 2019-2020*. Consejo Privado de Competitividad, Bogotá.
- Crespi, G., & Zuniga, P. (2012). *Innovation and Productivity: Evidence from Six Latin American Countries*. *World Development*, 40: 273-290.
- D'Este, P., Iammarino, S., Savona, M., & Von , T. (2012). *What hampers innovation? Revealed Barriers versus Detering Barriers*. *Research Policy*, 41: 482-488.

- D'Este, P., Rentocchini, F., & Vega-Jurado, J. (2014). *The Role of Human Capital in Lowering the Barriers to Engaging in Innovation: Evidence from the Spanish Innovation Survey, Industry and Innovation*.
- D'Este, P., Rentocchini, F., & Vega, J. (2014). *The Role of Human Capital in Lowering the Barriers to Engaging in Innovation: Evidence from the Spanish Innovation Survey*. *Industry and Innovation*, 21: 1-19.
- DANE. (2017). *Metodología General Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica en la Industria Manufacturera – EDIT*. Bogotá.
- DANE. (2019). *Encuesta de Desarrollo e Innovación Tecnológica Industria Manufacturera – EDIT IX*. Bogotá.
- Díaz, S. M. (2014). *Los métodos mixtos de investigación: presupuestos generales y aportes a la evaluación educativa (Vol. 48)*. Revista Portuguesa de Pedagogía.
- DNP & DAPRE. (2019). *Mapeo de Instrumentos de CTI y PDP - 2019 [base de datos]*. Datos procesados pero no publicados, Departamento Nacional de Planeación (DNP) y Departamento Administrativo de la Presidencia de la República (DAPRE).
- DNP. (2015). *Borrador de Documento CONPES. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025*. Bogotá. Recuperado el 30 de septiembre de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf>
- DNP. (2015). *Borrador de Documento CONPES. Política Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación, 2015-2025*. Bogotá. Recuperado el 30 de septiembre de 2019, de <https://www.colciencias.gov.co/sites/default/files/upload/noticias/conpes-borrador-cti.pdf>
- DNP. (2016). *Documento CONPES 3866. Política Nacional de Desarrollo Productivo - PDP*. Bogotá.
- DNP. (2020). *Circular Externa No 02-4. Lineamientos para la optimización y articulación de la oferta de instrumentos de política pública para la competitividad y la innovación*. (2016). *Documento CONPES 3866. Política Nacional de Desarrollo Productivo - PDP*. Bogotá.
- Dunn, W. N. (2007). *Public Policy Analysis: An Introduction*. Pittsburgh: Routledge.: Pearson.
- EC/OECD. (2017). *STIP Compass Taxonomy describing STI Policy data, edición 2017*. Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de <https://stip.oecd.org>
- EC/OECD. (2019). *STIP Compass: International Database on Science, Technology and Innovation Policy (STIP), edición September 23, 2019*. Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de <https://stip.oecd.org>
- Econometría Consultores S.A. (2020). “ANÁLISIS DE OBSTÁCULOS A LA INVERSIÓN PRIVADA EN I+D EN COLOMBIA Y PROPUESTA METODOLÓGICA PARA DISEÑO DE INSTRUMENTOS DE INNOVACIÓN DESDE LA DEMANDA” – COMPONENTE CUALITATIVO. Bogotá.
- Eslava, M. (2014). *Edad y tamaño como criterios de focalización de la política de desarrollo empresarial. Una revisión de estudios recientes*. CAF Banco de Desarrollo de América Latin.
- Galia, F., & Legros, D. (2004). *Complementarities between obstacles to innovation: evidence from France*. *Research Policy*, 33: 1185–1199.
- Gallego, J., Gutiérrez, L., & Taborda, R. (2015). *Innovation and Productivity in the Colombian Service and Manufacturing Industries*. *Emerging Markets Finance & Trade*, 51: 612–634.
- Gambardella, A., Raasch, C., & von Hippel, E. (2017). *The User innovation Paradigm: Impacts on Markets and Welfare*. *Management Science*, 63: 1450-1468.
- García, J., Segarra, A., & Teruela, M. (2018). *Financial constraints and the failure of innovation projects*. *Emerging Markets Finance and Trade*, 51: 612–634.
- Greene, J. C. (2007). *Mixed Methods in Social Inquiry*. San Francisco: Wiley.
- Griffith, R., Huergo, E., Mairesse, J., & Peters, B. (2006). *Innovation and productivity across four European countries*. *Oxford review of economic policy*, 22 (4), 483-498.



- Hamel, G., Doz, Y., & Prahalad, C. (1989). 'Collaborate with your competitors – and win'. *Harvard Business Review*, 67: 133–139.
- Hamui-Sutton, A. (2013). *An approach to mixed methods research in medical education*. México.
- Iammarino, S., Sanna-Randaccio, R., & Savona, M. (2009). *The perception of obstacles to innovation*. Foreign multinationals and domestic firms in Italy. *Revue d'Économie industrielle*, 125: 75–104.
- Jensen, M., Johnson, B., Lorenz, E., & Lundvall, B. (2007). *Forms of knowledge and modes of innovation*. *Research Policy*, 36: 680–693.
- Jeppesen, L., & Molin, M. (2003). *Consumers as Co-developers: Learning and Innovation outside the Firm*. *Technology Analysis and Strategic Management*, 15: 363–383.
- Johnson, R. B., & Christensen, L. B. (2014). *Educational Research: Quantitative, Qualitative, and Mixed Approaches*. Thousand Oaks: SAGE Publications, Inc.
- Lundvall, B. (1992). *User–producer relationships, national systems of innovation and internationalization*, in: Lundvall, B.-A. (Ed.). *Pinter, London: National Systems of Innovation*.
- Lundvall, B.-A. (2007). *National Innovation Systems—Analytical Concept and Development Tool*. *Industry and Innovation*, 14(1), 95–119.
- Lundvall, B.-A., Johnson, B., Andersen, S. S., & Dalum, B. (2002). *National systems of production, innovation and competence building*. *Research Policy*, 31, 213–231.
- Marzucchi, A., Antonioli, D., & Montresor, S. (2015). *Industry–research co-operation within and across regional boundaries*. What does innovation policy add? *Papers in Regional Science*, 94: 499–524.
- Minciencias. (2019). *Informe de rendición de cuentas 2019*. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/planeacion/20-04-30_informe_de_gestion_y_resultados_colciencias_2019_v02.pdf
- Minciencias. (16 de septiembre de 2019). *Innovación Empresarial*. Recuperado el 10 de diciembre de 2019, de *Sistemas de innovación*: <https://minciencias.gov.co/innovacion/empresarial/pactos/sistemas>
- Minciencias. (2020). *Avances Plan Estratégico Institucional 2019*. Obtenido de https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/planeacion/informe_de_gestion_y_resultado_2019.pdf
- Mohnen, P., & Rosa, J. (2001). *Les obstacles à l'Innovation dans les Industries de Services au Canada*. *L'Actualité économique*, 77: 231–254.
- Myers, R. (1984). *Lowering Barriers to Innovation*. *Journal of Business Strategy*, Cambridge, 5, 80–82.
- OECD. (1999). *Managing National Innovation Systems*. Paris: The OECD Publishing.
- OECD. (2018). *OECD Science, Technology and Innovation Outlook 2018: Adapting to Technological and Societal Disruption*. Paris: OECD Publishing.
- OECD. (2019). *OECD Better Policies for Better Lives*. Recuperado el 23 de septiembre de 2019, de <http://www.oecd.org/about/members-and-partners/>
- Pacheco, E., & Blanco, M. (2015). *Metodología mixta: su aplicación en México en el campo de la demografía*. Estudios Demográficos y Urbanos. México: El Colegio de México, A.C.
- Packer, M. (2014). *La ciencia de la investigación cualitativa*. Bogotá: Universidad de Los Andes.
- Pellegrino, G. (2018). *Barriers to innovation in young and mature firms*. *Journal of Evolutionary Economics*, 28: 181–206.
- Pellegrino, G., & Savona, M. (2017). *No Money, no Honey? Financial versus knowledge and Demand Constraints on Innovation*. *Research Policy*, 46: 510–521.
- Perez-Luco, R., Lagos, L., Mardones, R., & Saez, F. (2017). *Diseños de Investigación y Muestreo Cualitativo*. Lo Complejo de Someter la Flexibilidad del Método Emergente a una Taxonomía Apriorística. *Investigación Cualitativa en Salud* (págs. 1111–1120). Actas CIAIQ 2017.
- Presidencia de la República. (2019). *Plan de Desarrollo entrega nuevos incentivos*

- para el sector de la Ciencia, la Tecnología y la Innovación. Recuperado el 22 de 01 de 2020, de <https://id.presidencia.gov.co/Paginas/prensa/2019/190516-Plan-de-Desarrollo-entrega-nuevos-incentivos-para-el-sector-de-la-Ciencia-la-Tecnologia-y-la-Innovacion.aspx>
- Rodríguez, J., & Zeballos, M. (2007). *Evaluación de proyectos de desarrollo. Enfoques, métodos y procedimientos*. Fundación W.K. Kellogg.
- Salgado, A. C. (2007). *Investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos (Vol. 13)*. Lima: Liberabit.
- Savignac, F. (2008). *Impact of Financial Constraints on Innovation: What Can Be Learned from a Direct Measure? Economics of Innovation and New Technology*, 17: 553–569.
- SENA. (25 de junio de 2019). *LINEAMIENTOS CONVOCATORIA PROYECTOS SENNOVA 2020*. Recuperado el 10 de diciembre de 2019, de <http://sennova.senaedu.edu.co/documentosV2/conv2020/LINEAMIENTOS%20CONVOCATORIA%20PROYECTOS%202020vf.pdf>
- Seungwha (Andy), C., & Kim, G. (2003). *Performance effects of partnership between manufacturers and suppliers for new product development: the supplier's standpoint*. *Research Policy*, 32: 587–603.
- Taborda, R. (2019). *Encuesta Mundial de Gestión Colombia 2017 - 2018*. Facultad de Administración, Universidad de los Andes, (Sin Publicar), Bogotá.
- Tarana. (2018). *Propuesta De Configuración Y Asignación De Roles Y Responsabilidades De Las Entidades Del Gobierno Nacional En Materia De Innovación, Transferencia De Conocimiento Y Tecnología (TCT) Y Emprendimiento*. Tarana-Consultorías para Sistemas de Innovación.
- Taylor, S. J., & Bogdan, R. (1996). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación*. Barcelona: Paidós.
- Tether, B. (2002). *Who co-operates for innovation, and why: An empirical analysis*. *Research Policy*, 31: 947–967.
- Thomä, J. (2017). *DUI mode learning and barriers to innovation—A case from Germany*. *Research Policy* 46: 1327–1339.
- Tidd, J., Bessant, J., & Pavitt, K. (2005). *Managing innovation. Integrating Technological, Market and Organizational Change*. John Wiley & Sons Inc.
- Tourigny, D., & Le, C. (2004). *Impediments to Innovation Faced by Canadian Manufacturing Firms*. *Economics of Innovation and New Technology* 13: 217–250.
- Universidad del Norte. (2015). *La teoría fundamentada (Grounded Theory), metodología cualitativa de investigación científica*. *Pensamiento y Gestión*(39), 119-146.
- Von Hippel, E. (1987). *Cooperation Between Rivals: Informal Know-How Trading*. *Research Policy*, 16: 291-302.
- Von Hippel, E. (1988). *Sources of Innovation*. Oxford: Oxford University Press.
- Zahler, A., Goya, D., & Caamaño, M. (2018). *The Role of Obstacles to Innovation on Innovative Activities: An Empirical Analysis*. IDB Working Paper Series No. IDB-WP- 965, Interamerican Development Bank.



ANEXOS



A. Metodología del análisis de los obstáculos a la innovación

Los objetivos del estudio eran analizar cuáles son los determinantes de los obstáculos que enfrentan las empresas del país a la hora de innovar o ejecutar proyectos de innovación, qué mecanismos utilizan las empresas para superarlos, y cuáles son los efectos de dichos obstáculos sobre las actividades de innovación y la productividad de las empresas. La metodología se guió por un método mixto que combinó un análisis cuantitativo y un análisis cualitativo paralelamente, de forma que se pudiera obtener una comprensión más detallada (en la que la se complementara la información estadística acerca de la innovación en empresas del país que provee la EDIT del DANE con información que proveyeran los mismos empresarios desde su percepción y experiencia) sobre los procesos innovación en las empresas del país y los obstáculos que enfrentan.

A continuación, se detallan las metodologías de los componentes cuantitativo y cualitativo del estudio.

Análisis cuantitativo

El componente cuantitativo del estudio fue hecho por la Universidad del Rosario con el apoyo del equipo

de SwissContact y el CPC. Este se basó en la utilización de los datos de las últimas cuatro Encuestas de Desarrollo e Innovación Tecnológica (EDIT) del DANE efectuadas entre 2005-2018; específicamente, la EDIT VIII y IX de manufacturas que cubren el período de 2015-2018 y las EDIT V y VI de servicios que cubren los años 2016 al 2019.

En primer lugar, se extrajo de la EDIT la muestra representativa de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras. Como se mencionó anteriormente, al analizar los obstáculos a la innovación es imprescindible seleccionar una muestra de empresas que hayan efectivamente experimentado barreras, para así evitar sesgos en el análisis por incluir empresas que, sin haber llevado o intentado llevar a cabo actividades de innovación, reporten haber percibido obstáculos a la innovación. Una vez se obtuvo la muestra, se hizo un análisis de estadísticas descriptivas de los principales obstáculos a la innovación reportados por los empresarios.

Posteriormente, utilizando dicha muestra representativa, se buscaron los determinantes de los obstáculos

a la innovación en empresas a partir de la estimación de la probabilidad de que una empresa innovadora (o potencialmente innovadora) perciba un obstáculo de acuerdo con algunas de sus características internas y externas. También, se buscó estimar el efecto de esos obstáculos sobre la probabilidad de que una empresa llevara a cabo una innovación, y sobre la productividad de la empresa. Finalmente, se realizó un análisis acerca de la relación entre los obstáculos a la innovación y la propensión a cooperar con socios externos por parte de una empresa.

Los detalles de la selección de la muestra representativa y los modelos econométricos usados para las estimaciones se muestran a continuación.

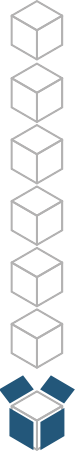
Selección de la muestra representativa de empresas innovadoras y potencialmente innovadoras

El análisis inicial sobre la evolución de la percepción de los obstáculos a la innovación se realizó para el total de empresas que responden la EDIT. Sin embargo, la lección principal de la revisión de la literatura es que el análisis de los patrones de obstáculos a la innovación, sus determinantes y los potenciales efectos sobre las variables de desempeño innovador

debe considerar lo que se ha llamado la muestra relevante de empresas “potencialmente innovadoras”.

Se han usado dos enfoques para acotar la muestra relevante. El primero (siguiendo a Savignac, 2008), es considerar a las empresas que han realizado alguna de las nueve ACTI y que han enfrentado alguno de los obstáculos a la innovación. El segundo, siguiendo a Pellegrino y Savona (2017), toma como referencia si la empresa ha generado alguna innovación y ha enfrentado alguna de las barreras. Este trabajo optó por el primero de los enfoques. La Ilustración 1 detalla el proceso de definición de la muestra relevante de empresas potencialmente innovadoras: la muestra relevante la componen las empresas que invirtieron en alguna de las nueve ACTI, o que tuvieron proyectos fallidos de innovación, o que tenían proyectos de innovación en marcha y que enfrentaron alguno de los 14 obstáculos a la innovación.

A partir de esta muestra relevante se realizaron análisis descriptivos que muestran la percepción que tienen las empresas sobre las barreras y cómo los grupos de obstáculos se diferencian según características de las empresas y el entorno en el que operan. Posteriormente, esta misma muestra relevante fue utilizada para todos los ejercicios econométricos que se describen a continuación.



Estimación de la probabilidad de percibir obstáculos

Para el objetivo de identificar los determinantes de los obstáculos a la innovación en empresas, se corrieron modelos tipo probit en los que la variable dependiente es una variable dicótoma (que toma el valor de 0 ó 1) que señala si una empresa percibió o no un obstáculo a la innovación, y las variables explicativas corresponden a características internas y externas de la empresa. Los coeficientes estimados señalan el efecto marginal de un cambio en las variables explicativas sobre la probabilidad de ocurrencia de la variable dependiente (en este caso, sobre la probabilidad de percibir un obstáculo a la innovación). Adicionalmente, debido a que las empresas pueden reportar la existencia de diversos obstáculos de manera simultánea, se debe corregir tal condición de simultaneidad, para lo cual en estos modelos probit se estableció un control por selección de la muestra, tanto para aquellas empresas que hacen parte de muestra relevante como para la muestra total.

Aparte de estimar un modelo para explicar la probabilidad de enfrentar algún tipo de obstáculo, tam-

bién se propuso un modelo para el número de obstáculos enfrentados dentro de cada grupo de obstáculos. Puesto que las cuatro categorías de obstáculos definidas en este proyecto contienen varios de los 14 obstáculos que pregunta la EDIT (ver Tabla 2), es posible que dentro de cada categoría las empresas perciban más de un obstáculo. Entonces, hay dos formas de entender los determinantes de los obstáculos: en su margen extensivo y su margen intensivo. El primero se refiere a cuando una empresa percibe cualquier obstáculo dentro de una misma categoría, mientras el segundo a cuando una empresa percibe más de un obstáculo de la misma categoría. El análisis del margen extensivo se efectuó con los modelos probit recién señalados. Por su parte, el margen intensivo usó un modelo de conteo tipo Poisson, puesto que en este la variable dependiente no es una variable dicótoma sino una variable de conteo (un número entero mayor a cero) del número de obstáculos que hacen parte de cada uno de los grupos de obstáculos; así, estos modelos tipo Poisson permiten estimar los determinantes ante el número de las barreras a la innovación que la empresa percibió dentro de cada categoría de obstáculos.



Por último, se ha evidenciado que puede existir una correlación entre diferentes tipos de obstáculos²². En especial, los obstáculos financieros pueden estar relacionados con todos los demás obstáculos ya que, por ejemplo, las necesidades de personal técnico (obstáculo de conocimiento), de obtener información sobre mercados (obstáculo de mercado) o de registrar derechos de propiedad intelectual (obstáculo regulatorio) requieren también de recursos financieros para ser solventadas. Según Mohen y Rosa (2001):

“Es muy posible que ciertos obstáculos estén interrelacionados. Si es así, deberíamos esperar que una falta de fondos propios lleve a una falta de capital externo. Sobre todo, en el campo bien riesgoso de la innovación (...) La percepción de costos elevados como barreras a la innovación va verdaderamente de la mano con la falta percibida de fondos propios o de capital externo...Cabe esperar que una penuria de personal calificado, una falta de equipo especializado y de dificultades de financiamiento lleven gradualmente a problemas al nivel de la factibilidad y eventualmente al éxito de la innovación” (p. 233).

Ante las potenciales interacciones o complementariedades de los diferentes grupos de obstáculos, se realizaron ejercicios en los que se relacionó a los obstáculos financieros con cada uno de los tres grupos restantes: conocimiento, mercado y regulatorios. Para ello, se usaron modelos biprobit, los cuales tomaban en cuenta la condición de simultaneidad al colocar como eje al grupo de obstáculos financieros y se corrían simultáneamente con cada uno de los tres grupos adicionales de obstáculos. La intuición detrás de ello es la percepción condicionada de un obstáculo a otro que puedan tener las empresas.

Modelo probit corregido por sesgo de selección

La metodología implementada reconoce que las empresas pueden reportar la existencia de diversos obstáculos de manera simultánea y por tanto los modelos deben corregirse por esa condición de simultaneidad. En este sentido, se realizó un conjunto amplio de ejercicios econométricos que incluyen regresiones probit con control de selección de muestra tanto para el conjunto de

.....

²². Por ejemplo, los trabajos de Mohen y Rosa (2001); Galia y Legros (2004); Iammarino, Sanna-Randaccio, y Savona (2009); D'Este, y otros (2012); D'Este, Rentocchini, y Vega-Jurado (2014); Pellegrino y Savona (2017); Pellegrino (2018); García, Segarra y Teruel (2018); y Bukstein, Hernández y Usher (2019).



empresas que hacen parte de la llamada muestra relevante como para la muestra total de empresas. El modelo probit con selección de muestra postula que hay una relación subyacente entre una ecuación latente

$$y_i^* = X_i \beta + \mu_{1,i}$$

ecuación latente

Y una ecuación probit, de forma tal que se observa solamente el resultado dicotómico

$$y_i^{probit} = (y_i^* > 0)$$

ecuación probit

La variable dependiente no siempre se observa. La variable dependiente para cada individuo u observación i , se observa si,

$$y_i^{selección} = (z_i + \mu_{2,i} > 0)$$

ecuación de selección

Donde tanto $\mu_{1,i}$ y $\mu_{2,i}$ se distribuyen normales con media 0 y varianza 1, y existe una correlación entre $\mu_{1,i}$ y $\mu_{2,i}$, que es el igual al valor ρ . Este modelo probit con selección permite tener en cuenta que muchos obstáculos estarían correlacionados y por tanto el reporte de un tipo de obstáculos podría estar explicado por la exis-

tencia de otros. Para que el modelo esté debidamente identificado, la ecuación de selección debe tener al menos una variable que no esté en la ecuación probit.

En particular, para este estudio se utilizó el siguiente conjunto de ecuaciones que se estiman de manera simultánea. La variable que se postuló es el tamaño de la empresa, medido por el número de trabajadores, la cual ha sido usada en investigaciones utilizando el modelo de selección en temas de innovación (Gallego y otros, 2015; Crespi & Zuniga, 2012 y Griffif, 2006). En este sentido, se entiende que empresas de mayor tamaño pueden decidir realizar mayores actividades de innovación y por tanto enfrentar o percibir enfrentar mayores obstáculos. El modelo entonces se compone por dos ecuaciones, la ecuación probit y la ecuación de selección. En la ecuación de selección, la variable dependiente es una *dummy* = 1 si la empresa enfrentó alguno de los obstáculos. En el probit, la variable dependiente es una *dummy* = 1 si la empresa enfrentó un obstáculo de cada uno de los cuatro grupos de obstáculos definidos. En particular, el modelo que se estima es el siguiente:

$$p(obs_i=1 | X_i, Z_i, \mu_i) = \delta(\beta_1 \mathbf{Tamaño}_i + \beta_2 CH_i + \beta_3 \# ACTI_i + \beta_4 d_{F_i} + \beta_5 d_{Public_i} + \beta_6 Edad_i + \beta_7 \# IPI_i + \beta_8 CR4_i + \beta_9 Promedio_{obs_i} + \beta_{10} Cop_i + \vartheta Z_i + \mu_i) \quad (1)$$

La ecuación (1), llamada la ecuación de selección estima la probabilidad de enfrentar algún tipo de obstáculo contra un conjunto de determinantes y utilizando el tamaño de la empresa como la variable de selección. Esta usa como variables explicativas el tamaño de la empresa (variable de selección), capital humano (CH_i), número de actividades de innovación ($\# ACTI_i$), una medida de capital extranjero (d_{Fi}), *dummy* de ayudas públicas para la innovación ($d_{Public\ i}$), edad y edad al cuadrado de la empresa, instrumentos de protección a la innovación ($\# IPI_i$), una medida de concentración de la industria ($CR4_i$), el número de obstáculos que enfrentan las empresas de la misma industria y región excluyendo la propia empresa (como una medida de efectos pares; $Promedio_{obs\ i}$), una medida de estrategias de cooperación (Cop_i), efectos fijos de región y tiempo (Z_i). μ_i recoge lo no observable cuando una empresa enfrenta cualquier obstáculo.

La ecuación (2) estima la probabilidad de enfrentar algún obstáculo en un grupo determinado dado que enfrentó cualquiera de las barreras. Esta ecuación se estima como un modelo probit e incluye todas las variables de la ecuación (1) excepto la variable de selección que en este caso es el tamaño de la empresa. Nuestro supuesto detrás de esto es que el tamaño afecta principalmente el número de obstáculos que enfrentan las empresas, pero no necesariamente el tipo de obstáculos; es decir, el tamaño no explica si la empresa enfrenta un obstáculo financiero, de mercado, regulatorio o de conocimiento. En la ecuación (2), μ_{ik} : *Errores por empresa grupo de obstáculo*, donde k hace referencia al grupo de obstáculos.

Los resultados de las estimaciones de estos modelos se muestran en la Tabla 11 y Tabla 12.

$$\begin{aligned}
 p(obs_{ik}=1 | X_i, Z_i, \mu_{ik}) \\
 = & \delta(\vartheta_1 CH_i + \vartheta_2 \# ACTI_i + \vartheta_3 d_{Fi} + \vartheta_4 d_{Public\ i} + \vartheta_5 Edad_i + \vartheta_6 \# IPI_i + \vartheta_7 CR4_i \\
 & + \vartheta_8 Promedio_{obs\ i} + \vartheta_9 Cop_i + \vartheta_{10} Z_i + \mu_{ik}) \quad (2)
 \end{aligned}$$

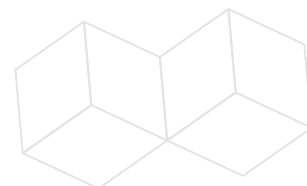
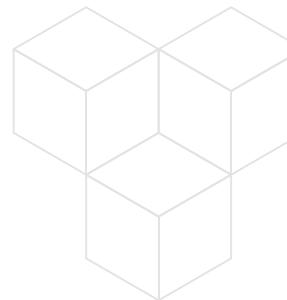
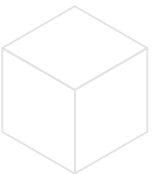




Tabla 11.

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo probit con selección (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

VARIABLES	Obstáculo financiero				Obstáculo conocimiento	
	Manufactura		Servicio		Manufactura	
	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
Tamaño - # empleados	-0,180*** (0,0149)		-0,0255 (0,0314)		-0,167*** (0,0191)	0,0263 (0,0182)
# ACTI	0,0810*** (0,0125)	-0,0546*** (0,0132)	0,0599*** (0,0201)	-0,0194 (0,0255)	0,0812*** (0,0129)	-7,478*** (0,0182)
Edad	3,344 (2,173)	2,111 (2,312)	1,653 (1,054)	1,855 (1,306)	3,605 (2,210)	(2,544) 3,498***
Edad^2	-1,564 (1,038)	-1,036 (1,105)	-0,782 (0,494)	-0,859 (0,611)	-1,696 (1,055)	(1,214) 0,156
d_capital extranjero	-0,0380 (0,0823)	0,0419 (0,0826)			-0,0955 (0,0825)	(0,0990) -0,173
d_recursos públicos	0,401*** (0,113)	-0,0250 (0,108)	0,275* (0,147)	0,343** (0,156)	0,386*** (0,114)	(0,116) -0,0476
# instrumentos de propiedad intelectual	0,206*** (0,0390)	-0,131*** (0,0407)	0,211*** (0,0591)	0,0923 (0,0733)	0,209*** (0,0398)	(0,0498) -0,175
Capital humano	0,179 (0,169)	-0,274 (0,170)	-0,114 (0,336)	-0,591 (0,409)	0,267 (0,171)	(0,211)
promedio de obstáculos industria-región	0,00568 (0,100)		-1,418*** (0,290)		-0,171 (0,136)	
promedio de obstáculos financieros industria-región	-0,208 (0,137)	-0,0748 (0,126)	0,780** (0,360)	-0,725** (0,295)		-0,144
promedio de obstáculos conocimiento industria-región					0,182 (0,152)	(0,132)
promedio de obstáculos mercado industria-región						
promedio de obstáculos regulatorios industria-región						
rho	-12,24*** (0,540)		1,319** (0,546)		-0,589** (0,277)	2,187***
Constante	0,0814 (0,437)	0,650 (0,469)	-0,309 (0,359)	-0,886* (0,456)	-0,0220 (0,449)	(0,517)
Observaciones	5,445	5,445	2,389	2,389	5,445	5,445

Todas los modelos incluyen el inverso de la razón de Mills y controlan por efectos fijos de industria y región (para manufacturas)

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Los coeficientes de correlación (ρ) son positivos lo cual justifica que los probits financieros se corran conjuntamente con cada uno de los demás probits.

Obstáculo conocimiento		Obstáculo regulatorio				Obstáculo mercado	
Servicio		Manufactura		Servicio		Manufactura	
Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
-0,0580***		-0,168***		-0,0688***		-0,163***	
(0,0213)		(0,0190)		(0,0240)		(0,0199)	
0,0568***	0,0624***	0,0830***	-0,0179	0,0628***	0,0235	0,0820***	0,0582***
(0,0200)	(0,0200)	(0,0130)	(0,0152)	(0,0196)	(0,0211)	(0,0129)	(0,0181)
1,755*	1,317	3,566	-2,238	1,782*	1,728	3,420	2,248
(1,014)	(1,110)	(2,207)	(2,391)	(1,052)	(1,296)	(2,218)	(2,780)
-0,825*	-0,619	-1,676	1,047	-0,831*	-0,834	-1,610	-1,004
(0,476)	(0,520)	(1,054)	(1,142)	(0,492)	(0,603)	(1,059)	(1,327)
		-0,0841	0,0831			-0,0943	-0,0945
		(0,0817)	(0,0926)			(0,0824)	(0,114)
0,278*	0,130	0,359***	0,0550	0,258*	0,140	0,392***	0,169
(0,150)	(0,153)	(0,114)	(0,121)	(0,148)	(0,159)	(0,115)	(0,141)
0,228***	0,151**	0,207***	-0,0554	0,220***	0,158**	0,207***	0,0701
(0,0587)	(0,0645)	(0,0399)	(0,0477)	(0,0587)	(0,0688)	(0,0399)	(0,0551)
-0,109	-0,243	0,254	0,351*	-0,161	-0,269	0,267	0,160
(0,338)	(0,366)	(0,170)	(0,206)	(0,349)	(0,434)	(0,169)	(0,241)
-1,123***		-0,0606		-1,106***		-0,0297	
(0,239)		(0,117)		(0,256)		(0,144)	
0,553	-0,781***						
(0,336)	(0,295)						
						-0,140	-0,438***
						(0,159)	(0,139)
		0,0191	-0,353**	0,302	-1,435***		
		(0,146)	(0,140)	(0,381)	(0,386)		
15,02		0,878*		4,268**		0,194	
(0)		(0,491)		(2,106)		(0,274)	
-0,210	-1,147***	-0,0320	0,878*	-0,151	-1,400***	0,0160	-0,864
(0,335)	(0,351)	(0,446)	(0,491)	(0,351)	(0,436)	(0,448)	(0,596)
2,389	2,389	5,445	5,445	2,389	2,389	5,445	5,445



Tabla 12.

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo probit con selección y efectos de la cooperación y la competencia (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

VARIABLES	Obstáculo financiero				Obstáculo conocimiento	
	Manufactura		Servicio		Manufactura	
	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
Tamaño - # empleados	-0,183*** (0,0150)		-0,0315 (0,0319)		-0,176*** (0,0192)	
# ACTI	0,0657*** (0,0129)	-0,0430*** (0,0137)	0,0455** (0,0204)	-0,0242 (0,0251)	0,0666*** (0,0133)	0,0242 (0,0177)
Edad	2,919 (2,170)	2,366 (2,327)	1,591 (1,070)	1,810 (1,294)	3,316 (2,204)	-7,544*** (2,547)
Edad^2	-1,363 (1,037)	-1,154 (1,113)	-0,757 (0,501)	-0,839 (0,605)	-1,558 (1,052)	3,530*** (1,215)
d_capital extranjero	-0,0452 (0,0815)	0,0568 (0,0816)			-0,103 (0,0822)	0,153 (0,0994)
d_recursos públicos	0,376*** (0,112)	0,00743 (0,108)	0,230 (0,148)	0,320** (0,156)	0,361*** (0,114)	-0,163 (0,117)
# instrumentos de propiedad intelectual	0,185*** (0,0395)	-0,120*** (0,0414)	0,186*** (0,0596)	0,0804 (0,0733)	0,189*** (0,0402)	-0,0498 (0,0495)
Capital humano	0,146 (0,168)	-0,256 (0,170)	-0,178 (0,334)	-0,588 (0,410)	0,208 (0,171)	-0,170 (0,210)
d_cooperación	0,195*** (0,0422)	-0,133*** (0,0431)	0,242*** (0,0609)	0,0907 (0,0756)	0,204*** (0,0434)	0,0233 (0,0546)
cr4	-0,0277 (0,478)	0,109 (0,472)			0,0588 (0,525)	-0,290 (0,638)
promedio de obstáculos industria-región	0,0203 (0,101)		-1,424*** (0,299)		-0,162 (0,134)	
promedio de obstáculos financieros industria-región		-0,0741 (0,126)		-0,779*** (0,295)		
promedio de obstáculos conocimiento industria-región						-0,144 (0,132)
promedio de obstáculos regulatorios industria-región						
promedio de obstáculos mercado industria-región						
rho	-15,76*** (0,163)		1,341** (0,594)		-0,610** (0,279)	
Constante	0,170 (0,457)	0,573 (0,491)	0,0162 (0,420)	-0,368 (0,517)	0,0271 (0,467)	2,276*** (0,543)
Observaciones	5,421	5,421	2,386	2,386	5,421	5,421

Todas los modelos incluyen el inverso de la razón de Mills y controlan por efectos fijos de industria y región (Para manufacturas)

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Los coeficientes de correlación (ρ) son positivos lo cual justifica que los probits financieros se corran conjuntamente con cada uno de los demás probits.

Obstáculo conocimiento		Obstáculo regulatorio				Obstáculo mercado	
Servicio		Manufactura		Servicio		Manufactura	
Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
-0,0660***		-0,177***		-0,0729***		-0,172***	
(0,0215)		(0,0191)		(0,0242)		(0,0199)	
0,0416**	0,0502**	0,0699***	-0,0195	0,0471**	0,00502	0,0673***	0,0394**
(0,0202)	(0,0205)	(0,0133)	(0,0147)	(0,0200)	(0,0220)	(0,0133)	(0,0183)
1,621	1,341	3,236	-2,128	1,696	1,630	3,119	1,898
(1,021)	(1,098)	(2,201)	(2,382)	(1,054)	(1,249)	(2,218)	(2,784)
-0,767	-0,635	-1,518	0,996	-0,796	-0,791	-1,466	-0,838
(0,479)	(0,515)	(1,051)	(1,137)	(0,493)	(0,582)	(1,059)	(1,329)
		-0,0963	0,0832			-0,104	-0,100
		(0,0814)	(0,0919)			(0,0822)	(0,115)
0,240	0,0972	0,334***	0,0481	0,213	0,0902	0,368***	0,130
(0,150)	(0,154)	(0,113)	(0,120)	(0,149)	(0,158)	(0,115)	(0,141)
0,204***	0,131**	0,188***	-0,0571	0,194***	0,128*	0,188***	0,0434
(0,0589)	(0,0648)	(0,0403)	(0,0471)	(0,0589)	(0,0693)	(0,0402)	(0,0553)
-0,169	-0,287	0,196	0,362*	-0,203	-0,362	0,215	0,142
(0,336)	(0,366)	(0,170)	(0,203)	(0,346)	(0,434)	(0,170)	(0,241)
0,239***	0,190***	0,204***	-0,0143	0,252***	0,263***	0,205***	0,173***
(0,0613)	(0,0651)	(0,0432)	(0,0501)	(0,0612)	(0,0705)	(0,0435)	(0,0594)
		-0,00858	0,321			0,0434	1,470**
		(0,511)	(0,587)			(0,518)	(0,656)
-1,155***		-0,0533		-1,086***		-0,0158	
(0,210)		(0,115)		(0,258)		(0,144)	
	-0,836***						
	(0,289)						
			-0,356**		-1,596***		
			(0,140)		(0,395)		
							-0,435***
							(0,141)
15,46**		-0,951***		4,113**		0,102	
(7,013)		(0,279)		(1,839)		(0,275)	
0,211	-1,195***	0,0393	0,782	0,206	-0,787	0,0711	-1,126*
(0,400)	(0,449)	(0,462)	(0,513)	(0,404)	(0,480)	(0,466)	(0,624)
2,386	2,386	5,421	5,421	2,386	2,386	5,421	5,421



Modelo Poisson con selección

Una visión complementaria al análisis del margen extensivo de enfrentar algún tipo de obstáculo corrigiendo por selección es analizar el margen intensivo. En este sentido, se propuso un modelo que considerara no solo qué explica la probabilidad de enfrentar algún tipo de obstáculo sino también el número de obstáculos enfrentados.

El modelo de estimación es un modelo de Poisson corrigiendo por sesgo de selección donde se estima un sistema de dos ecuaciones simultáneas. La primera ecuación es idéntica a la ecuación (1) anterior, donde se corrige por selección usando la variable de tamaño de la empresa. La ecuación (2) es un modelo de Poisson que busca estimar mediante conteo el número de obstáculos que enfrenta una empresa en cada categoría o tipo de obstáculos con el fin de capturar el margen intensivo. Con el objetivo de hacer los modelos extensivos e intensivos comparables, se estiman dichos modelos utilizando el mismo conjunto de variables explicativas del modelo anterior expresado en las ecuaciones 1 y 2.

Es conocido que el supuesto de normalidad es uno de los supuestos básicos del modelo de regresión lineal

y ello es razonable para variables dependientes continuas, las cuales pueden tomar muchos valores. Sin embargo, un modelo de conteo no puede tener una distribución normal, y si la variable dependiente sólo toma unos cuantos valores enteros, la distribución puede ser muy diferente a la distribución normal. En su lugar, es común usar para variables dependientes tipo conteo la distribución de Poisson. Una característica importante de esta distribución es que está totalmente determinada por su media por lo que solo tenemos que especificar $E(y/x)$. La probabilidad que y sea igual al valor h , condicional en x es:

$$P(y=h | x) = \exp[-\exp(x\beta)] [\exp(x\beta)]^h$$

$$P(y=h | x) = \exp[-\exp(x\beta)] \left[\frac{\exp(x\beta)^h}{h!} \right], h=0,1,\dots \quad (3)$$

La distribución en (3) es la base del modelo de regresión Poisson. Una vez se estiman los β_j podemos obtener las probabilidades para varios valores de x . Este modelo se estima mediante una función de máxima verosimilitud.

Los resultados de las estimaciones de este modelo se muestran en la Tabla 13.

Tabla 13.

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación. Resultados del modelo Poisson (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

Variables	Obstáculo financiero		Obstáculo conocimiento		Obstáculo mercado		Obstáculo regulatorio	
	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio
# ACTI	-0,0245***	-0,00213	-0,00562	-0,127*	-0,0128*	-0,00591	0,00773	-0,104
	(0,00655)	(0,0101)	(0,00974)	(0,0674)	(0,00657)	(0,0241)	(0,00943)	(0,0763)
Edad	1,171	0,751	-3,045*	-5,878*	-0,661	0,260	0,732	-3,816
	(1,101)	(0,587)	(1,718)	(3,433)	(1,160)	(1,834)	(1,688)	(3,172)
Edad^2	-0,568	-0,350	1,429*	2,769*	0,303	-0,122	-0,322	1,793
	(0,523)	(0,273)	(0,820)	(1,615)	(0,553)	(0,876)	(0,806)	(1,487)
d_capital extranjero	-0,0492	0,0122	0,0793	0,153	0,0324	0,0158	0,00522	0,0177
	(0,0523)	(0,0465)	(0,0654)	(0,0957)	(0,0459)	(0,0568)	(0,0636)	(0,0618)
d_recursos públicos	-0,0636	0,119*	-0,150**	-0,514*	-0,0351	-0,0355	-0,0327	-0,181
	(0,0459)	(0,0608)	(0,0728)	(0,281)	(0,0437)	(0,157)	(0,0666)	(0,120)
# instrumentos de propiedad intelectual	-0,0665***	0,0443	-0,0633**	-0,439*	-0,0146	-0,0168	-0,00203	-0,292
	(0,0216)	(0,0309)	(0,0313)	(0,228)	(0,0217)	(0,142)	(0,0315)	(0,206)



Variables	Obstáculo financiero		Obstáculo conocimiento		Obstáculo mercado		Obstáculo regulatorio	
	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio	Manufactura	Servicio
Capital humano	-0,107 (0,0849)	-0,257 (0,172)	-0,185 (0,128)	0,753 (0,502)	0,0690 (0,0757)	-0,0374 (0,305)	-0,00722 (0,123)	-0,162 (0,276)
d_cooperación	-0,0682*** (0,0236)		0,00496 (0,0332)		-0,0134 (0,0228)		0,0642* (0,0330)	
cr4	-0,113 (0,267)		0,0466 (0,320)		0,110 (0,250)		0,363 (0,303)	
promedio de obstáculos financieros industria-región	0,00217 (0,0377)	-0,170** (0,0767)						
promedio de obstáculos conocimiento industria-región			-0,0821** (0,0394)	2,194* (1,243)				
promedio de obstáculos mercado industria-región					-0,171*** (0,0388)	0,963 (0,729)		
promedio de obstáculos regulatorios industria-región							-0,111*** (0,0379)	-0,155 (0,791)
Observaciones	5,421	2,389	5,421	2,389	5,421	2,389	5,421	2,389

Todas los modelos incluyen el inverso de la razón de Mills y controlan por efectos fijos de industria y región (Para manufacturas)

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Modelos biprobit con selección

Es importante abordar empíricamente a las potenciales interacciones de los diferentes grupos de obstáculos. Aunque se podrían usar diferentes metodologías que han usado algunos autores, tales como las de los componentes principales, se decidió utilizar modelos biprobit en los que, en todos los casos, se relacionaron los obstáculos financieros con cada uno de los tres grupos restantes: conocimiento, mercado y regulatorios. La intuición detrás de esta elección es la percepción condicionada de un obstáculo a otro que pueda tener el empresario, gerente o encargado de responder la EDIT. Por ejemplo, se podría percibir que la escasez de personal calificado se debe a que la empresa no tiene los medios financieros para poder contratar empleados mejor calificados, o que el entrenamiento o capacitación de los actuales es muy costoso.

El modelo de biprobit corrigiendo por selección consta de tres ecuaciones que se estiman de manera

simultánea. El modelo biprobit en su forma más simple es:

$$y_1^* = x_1 \beta_1 + \mu_1 \quad (4)$$

$$y_2^* = x_2 \beta_2 + \mu_2 \quad (5)$$

$$\begin{pmatrix} \mu_1 \\ \mu_2 \end{pmatrix} \sim N \left\{ \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix}, \begin{bmatrix} 1 & \rho \\ \rho & 1 \end{bmatrix} \right\}$$

Este modelo se aumenta si y_{ij} se observa cuando $y_{2,j} = (x_2 \gamma + \mu_{2,j} > 0)$. Esto es cuando la ecuación de selección genera un valor de 1. Como en el modelo biprobit, hay una potencial correlación (ρ) entre los errores de las dos ecuaciones. Si la correlación es no cero, los estimados de la ecuación y_i estará sesgada a menos que se tenga en cuenta la selección.

Los resultados de este modelo usando la muestra relevante se muestran en la Tabla 14, y usando la muestra total en la Tabla 15.

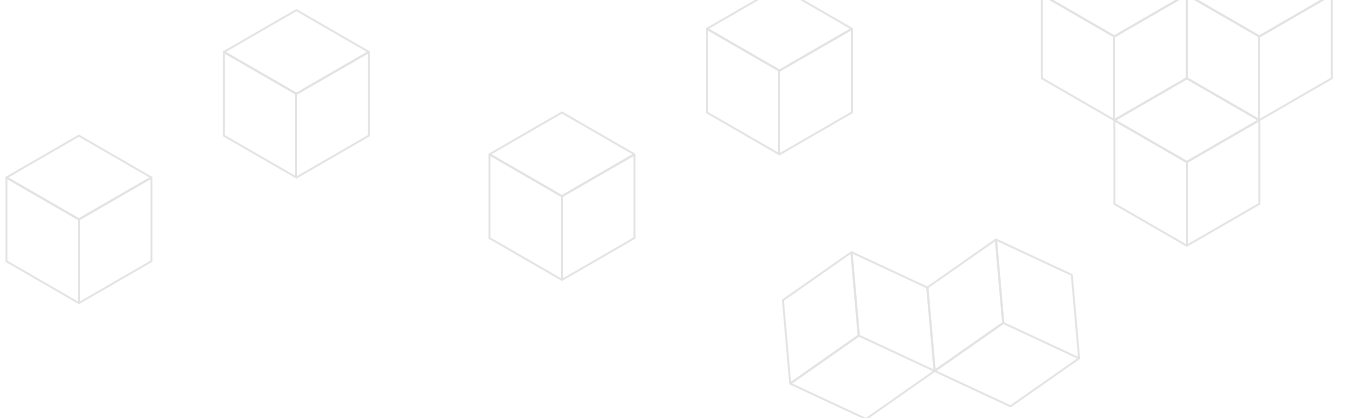




Tabla 14.

Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación.

Resultados del modelo biprobit (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

VARIABLES	Manufactura - Biprobit Financiero_Conocimiento		Servicio - Biprobit Financiero_Conocimiento		Manufactura - Biprobit Financiero_Mercado	
	Obstáculo financiero	Obstáculo conocimiento	Obstáculo financiero	Obstáculo conocimiento	Obstáculo financiero	Obstáculo mercado
# ACTI	-0,230*** (0,0262)	0,0332** (0,0131)	-0,0260 (0,0226)	0,0340 (0,0220)	-0,231*** (0,0261)	0,0292** (0,0135)
Edad	5,946*** (2,152)	-5,797*** (2,171)	1,536 (1,215)	0,841 (1,177)	6,172*** (2,157)	0,927 (2,049)
Edad^2	-2,904*** (1,028)	2,712*** (1,038)	-0,712 (0,569)	-0,401 (0,552)	-3,012*** (1,031)	-0,409 (0,979)
d_capital extranjero	0,0380 (0,0867)	0,0754 (0,0774)			0,0557 (0,0853)	-0,0904 (0,0747)
d_recursos públicos	-0,144 (0,119)	-0,0917 (0,105)	0,275* (0,151)	-0,00308 (0,158)	-0,163 (0,119)	0,106 (0,107)
# instrumentos de propiedad intelectual	-0,696*** (0,0793)	-0,0217 (0,0424)	0,0699 (0,0702)	0,0705 (0,0704)	-0,708*** (0,0789)	0,0433 (0,0415)
Capital humano	-1,444*** (0,234)	-0,0365 (0,167)	-0,595 (0,364)	-0,268 (0,357)	-1,470*** (0,233)	0,135 (0,163)
d_cooperación	-0,714*** (0,0848)	0,0485 (0,0444)	0,0536 (0,0779)	0,102 (0,0778)	-0,731*** (0,0849)	0,115*** (0,0441)
cr4	0,159 (0,535)	-0,0944 (0,514)			0,0878 (0,525)	0,717 (0,504)
rho		0,489*** (0,0255)		0,565*** (0,0416)		0,466*** (0,0252)
Constante	7,230*** (0,875)	1,777*** (0,478)	-0,431 (0,536)	-0,712 (0,544)	7,343*** (0,873)	-0,525 (0,450)
Observaciones	5,421	5,421	2,386	2,386	5,421	5,421

Todas los modelos incluyen el inverso de la razón de Mills y controlan por efectos fijos de industria y región (Para manufacturas)

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Los coeficientes de correlación (ρ) son positivos lo cual justifica que los probits financieros se corran conjuntamente con cada uno de los demás probits.

Servicio - Biprobit Financiero_Mercado		Manufactura - Biprobit Financiero_Regulatorio		Servicio - Biprobit Financiero_Regulatorio	
Obstáculo financiero	Obstáculo mercado	Obstáculo financiero	Obstáculo regu- latorio	Obstáculo financiero	Obstáculo regulatorio
-0,0240	0,0178	-0,226***	-0,00728	-0,0173	0,0605
(0,0225)	(0,0214)	(0,0261)	(0,0142)	(0,0390)	(0,0374)
1,468	1,040	5,816***	-2,121	3,705	2,295
(1,171)	(1,196)	(2,141)	(2,206)	(2,451)	(2,472)
-0,683	-0,496	-2,842***	0,990	-1,707	-1,083
(0,549)	(0,560)	(1,022)	(1,054)	(1,144)	(1,154)
		0,0541	0,0372		
		(0,0850)	(0,0817)		
0,274*	-0,157	-0,143	0,0979	0,532**	-0,202
(0,149)	(0,152)	(0,120)	(0,108)	(0,240)	(0,240)
0,0760	0,0615	-0,692***	-0,0334	0,304**	0,119
(0,0702)	(0,0678)	(0,0790)	(0,0436)	(0,134)	(0,129)
-0,540	0,318	-1,431***	0,404**	0,764	-0,257
(0,362)	(0,342)	(0,233)	(0,169)	(0,701)	(0,762)
0,0538	0,0252	-0,711***	0,0135	0,147	0,0447
(0,0785)	(0,0752)	(0,0846)	(0,0469)	(0,146)	(0,138)
		0,0460	0,223		
		(0,525)	(0,536)		
	0,585***		0,576***		0,669***
	(0,0409)		(0,0270)		(0,0854)
-0,425	0,209	7,211***	0,599	-3,828	9,852
(0,539)	(0,536)	(0,869)	(0,488)		
2,386	2,386	5,421	5,421	668	668



Tabla 15.

*Determinantes de la propensión a percibir obstáculos a la innovación.
Resultados del modelo probit con selección (muestra total).*

Fuente: elaboración propia.

VARIABLES	Obstáculo financiero				Obstáculo conocimiento			
	Manufactura		Servicio		Manufactura		Servicio	
	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
Tamaño - # empleados	-0,00736 (0,0171)		0,0248 (0,0203)		-0,00901 (0,0131)		0,00567 (0,0187)	
# ACTI	0,534*** (0,0156)	-0,0245 (0,0635)	0,493*** (0,0188)	0,178** (0,0826)	0,534*** (0,0154)	0,0313 (0,0434)	0,498*** (0,0181)	0,126 (0,102)
Edad	0,242 (1,457)	5,414** (2,757)	0,870 (0,741)	1,664 (1,309)	0,277 (1,448)	-7,371*** (2,501)	0,967 (0,739)	0,0599 (1,356)
Edad^2	-0,139 (0,694)	-2,648** (1,316)	-0,406 (0,345)	-0,770 (0,611)	-0,155 (0,690)	3,442*** (1,194)	-0,449 (0,344)	-0,00522 (0,634)
d_capital extranjero	-0,218*** (0,0731)	-0,267** (0,104)			-0,217*** (0,0729)	0,0728 (0,0976)		
d_recursos públicos	0,161 (0,159)	0,204* (0,121)	-0,187 (0,188)	0,125 (0,185)	0,162 (0,158)	-0,0807 (0,119)	-0,191 (0,194)	-0,0842 (0,179)
# instrumentos de propiedad intelectual	0,306*** (0,0286)	-0,0781 (0,0664)	0,293*** (0,0411)	0,149* (0,0837)	0,307*** (0,0281)	-0,00183 (0,0549)	0,299*** (0,0413)	0,0842 (0,104)
Capital humano	0,409*** (0,0994)	0,0121 (0,194)	-0,173 (0,212)	-0,774** (0,378)	0,406*** (0,0965)	-0,0798 (0,200)	-0,178 (0,213)	-0,342 (0,450)
promedio de obstáculos industria-región	-0,176 (0,169)		-0,636 (0,437)		-0,132 (0,166)		-0,670 (0,454)	
promedio de obstáculos financieros industria-región	-0,0119 (0,218)	-0,457* (0,272)	0,419 (0,576)	-0,791 (0,482)				
promedio de obstáculos conocimiento industria-región					-0,452* (0,263)	-0,0873 (0,208)	0,647 (0,621)	-0,664 (0,563)
promedio de obstáculos mercado industria-región								
promedio de obstáculos regulatorios industria-región								
rho	0,0360 (0,212)		0,943** (0,438)		-0,0301 (0,141)		0,342 (0,352)	
Constante	-1,273*** (0,308)	-0,472 (0,662)	-2,055*** (0,254)	-1,521** (0,635)	-1,277*** (0,308)	1,951*** (0,562)	-2,012*** (0,254)	-0,652 (0,824)
Observaciones	23,402	23,402	11,591	11,591	23,402	23,402	11,591	11,591

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Los coeficientes de correlación (ρ) son positivos lo cual justifica que los probits financieros se corran conjuntamente con cada uno de los demás probits.

Obstáculo mercado				Obstáculo regulatorio			
Manufactura		Servicio		Manufactura		Servicio	
Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit	Selección	Probit
-0,00887 (0,0128)		0,0121 (0,0214)		-0,0108 (0,0139)		0,00914 (0,0188)	
0,534*** (0,0154)	0,0139 (0,0484)	0,495*** (0,0190)	-0,0880 (0,177)	0,534*** (0,0155)	-0,0288 (0,0498)	0,497*** (0,0183)	-0,116 (0,168)
0,271 (1,447)	1,460 (2,647)	0,931 (0,741)	0,547 (1,413)	0,278 (1,446)	-4,332* (2,554)	0,959 (0,746)	0,590 (1,416)
-0,153 (0,689)	-0,629 (1,264)	-0,431 (0,345)	-0,244 (0,662)	-0,156 (0,689)	2,047* (1,219)	-0,445 (0,347)	-0,295 (0,663)
-0,215*** (0,0729)	-0,0133 (0,105)			-0,214*** (0,0737)	0,0220 (0,0995)		
0,163 (0,158)	0,138 (0,132)	-0,157 (0,200)	-0,212 (0,208)	0,161 (0,158)	0,205* (0,121)	-0,177 (0,192)	-0,0221 (0,210)
0,307*** (0,0280)	0,0460 (0,0600)	0,298*** (0,0412)	-0,0439 (0,145)	0,308*** (0,0282)	0,0114 (0,0593)	0,297*** (0,0412)	-0,0592 (0,141)
0,402*** (0,0968)	-0,139 (0,207)	-0,173 (0,215)	0,701 (0,471)	0,399*** (0,0976)	0,476** (0,190)	-0,172 (0,214)	-0,162 (0,455)
-0,127 (0,175)		-0,0125 (0,463)		-0,270* (0,156)		-0,248 (0,488)	
-0,593** (0,253)	-0,0785 (0,219)	-0,534 (0,648)	-1,343* (0,716)				
				-0,477* (0,285)	0,221 (0,213)	0,0145 (0,669)	-0,943 (0,624)
-0,125 (0,163)		-0,349 (0,645)		-0,112 (0,166)		-0,400 (0,585)	
-1,274*** (0,308)	-0,327 (0,608)	-2,024*** (0,254)	1,077 (1,248)	-1,269*** (0,308)	0,804 (0,584)	-2,033*** (0,256)	0,147 (1,287)
23,402	23,402	11,591	11,591	23,402	23,402	11,591	11,591



Estimación de los efectos de los obstáculos sobre la actividad innovadora de las empresas

Para estimar la incidencia de las barreras sobre la innovación y productividad de las empresas, se analizó la llamada función de producción de conocimiento; es decir, los factores que explican o se relacionan con la propensión de las empresas a innovar sea de manera general, o de innovar en alguno de los dos modos más específicos como la innovación tecnológica e innovación no tecnológica. También se analizaron los factores que determinan la productividad laboral en el marco de una función de producción aumentada por la introducción de las propensiones estimadas de la innovación.

Para este fin, se realizaron ejercicios econométricos (tanto para la muestra relevante como para el total de empresas) que se basaron en una función de producción del conocimiento que relaciona alguno de los modos de innovación con variables explicativas que pueden inhibir o incentivar la propensión innovadora de las empresas, entre ellos los grupos de obstáculos a la innovación. Los obstáculos a la innovación se pueden constituir en

barreras efectivas a la obtención de innovaciones, en cuyo caso su asociación con la propensión a innovar será negativa, o estarán positivamente asociadas si las empresas las perciben, pero las superan; es decir, si son reveladas. Este ejercicio es una segunda etapa del proceso de encontrar esos determinantes.

El método más usado para estudiar el impacto de los obstáculos a la innovación sobre la propensión a innovar de una empresa es el modelo probit en razón a que la variable dependiente es binaria, de forma tal que se observa solamente el resultado dicotómico de si la empresa innovó o no.

$$\begin{aligned}
 p(INN_{ik}=1 | X_i, Z_i, \mu_{ik}) & \\
 = & \delta \left(\vartheta_j \sum_{j=1}^4 \widehat{Obst}_{ij} + \vartheta_5 \log Act_i \right. \\
 & + \vartheta_6 Edad_i + \vartheta_7 Edad_i^2 \\
 & + \vartheta_8 \#empleados_i + \vartheta_9 d_{Fi} \\
 & + \vartheta_{10} \# IPI_i + \vartheta_{11} d_{publica_i} + \vartheta_{12} CH_i + \vartheta Z_i \\
 & \left. + \mu_{ik} \right) \quad (6)
 \end{aligned}$$

La ecuación (6) usa como variable dependiente la probabilidad que una empresa haya sido innovadora (INN); es decir, si la empresa innovó en alguno de los cuatro modos de innovación: producto, proceso, mercado u organizacional. La variable INN puede ser reemplazada por TI, que es la probabilidad de la empresa de haber obtenido una innovación



tecnológica (en producto o proceso), o por NTI, es decir, haber innovado no tecnológicamente (innovaciones en mercadeo u organizacionales).

Las variables explicativas de interés son las de la probabilidad de que una empresa haya enfrentado alguno de los cuatro grupos de barreras; más específicamente, \widehat{Obst}_{ij} , donde i es la empresa y j que va de 1 a 4 significa: 1= obstáculos financieros, 2= obstáculos de conocimiento, 3= obstáculos de mercado, y 4= obstáculos regulatorios. Como se observa de la ecuación (6), estas son las probabilidades estimadas de ejercicio de probit con selección presentado atrás.

Siguiendo a la literatura académica que ha investigado los factores que afectan la propensión a innovar²³, las demás variables explicativas adicionales incluidas son: i) la intensidad del gasto en actividades de innovación por trabajador, ($\log Acti$); ii) la edad, iii) la edad al cuadrado, iv) el tamaño de la empresa; v) una *dummy* de capital extranjero (d_{Fi}) si la empresa tuvo más del 10% del capital extranjero; vi) una variable continua de los instrumentos de protección a la

innovación ($\# IPI$); vii) una variable del porcentaje de empleados con título profesional o superior, que llamamos capital humano (CH); y ix) una *dummy* que representa si la empresa accedió a alguna de las ayudas públicas para la innovación ($d_{Publici}$) señaladas en la EDIT. Todas las regresiones de manufacturas controlaron por efectos fijos de región y cohorte de la EDIT (Z_i). μ_i recoge lo no observable cuando una empresa tiene la probabilidad de innovar.

Finalmente, se realizaron ejercicios biprobit (ecuaciones 4 y 5) donde $y_{1,i}$ es la probabilidad de la empresa i de tener innovaciones tecnológicas (TI) y $y_{2,i}$ es la probabilidad de la empresa i tener innovaciones no tecnológicas. Para este modelo se asumió que los errores de las innovaciones tecnológicas y no tecnológicas están correlacionados.

Los resultados de las estimaciones sobre la probabilidad de obtener innovaciones se presentan en la Tabla 16 y Tabla 17, y de las estimaciones sobre la relación entre obstáculos a la innovación y la productividad de las empresas en la Tabla 18.

23. Por ejemplo, Griffith, y otros (2006); Crespi & Zuniga (2012); y Gallego, y otros (2016).



Tabla 16.

Determinantes de la propensión a obtener innovaciones (en general, tecnológicas y no tecnológicas). Resultados del modelo probit (muestra total).

Fuente: elaboración propia

Variables	Manufacturas			Servicios		
	INN	TI	NTI	INN	TI	NTI
Obstáculo financiero estimado	-0,782*** (0,217)	-1,171*** (0,271)	-1,201*** (0,328)	-0,0733 (0,219)	0,331 (0,304)	-0,834** (0,331)
Obstáculo conocimiento estimado	0,525* (0,306)	1,167*** (0,407)	1,940*** (0,497)	0,606*** (0,187)	0,949*** (0,240)	1,405*** (0,256)
Obstáculo mercado estimado	-0,151 (0,121)	-0,200 (0,156)	0,445** (0,197)	-0,314* (0,180)	-0,646** (0,256)	-0,0736 (0,272)
Obstáculo regulatorio estimado	-0,0540 (0,218)	0,330 (0,271)	-1,152*** (0,338)			
log_IntensidadACTI	0,00983*** (0,00269)	0,0477*** (0,00330)	-0,0186*** (0,00416)	0,0281*** (0,00202)	0,0479*** (0,00340)	0,0143*** (0,00380)
Edad	1,094 (0,942)	3,097** (1,242)	4,221*** (1,548)	-0,328 (0,310)	-0,412 (0,357)	-0,327 (0,430)
Edad^2	-0,519 (0,442)	-1,456** (0,583)	-2,004*** (0,727)	0,154 (0,145)	0,193 (0,167)	0,154 (0,201)
Tamaño - # empleados	0,0289*** (0,00460)	0,0476*** (0,00573)	0,0247*** (0,00692)	0,0104 (0,00721)	0,00820 (0,00954)	0,0182* (0,0105)
d_capital extranjero	0,0165 (0,0272)	-0,0256 (0,0346)	-0,0691* (0,0406)			
d_recursos públicos	-0,0107 (0,0296)	0,0101 (0,0409)	0,173*** (0,0483)	-0,0676 (0,0438)	-0,108* (0,0641)	0,0946 (0,0644)
# instrumentos de propiedad intelectual	-0,0110 (0,0139)	-0,00777 (0,0179)	0,00731 (0,0220)	0,0184 (0,0169)	0,0115 (0,0219)	-0,0143 (0,0249)
Capital humano	-0,00963 (0,0608)	-0,198*** (0,0760)	0,354*** (0,0958)	-0,0941 (0,0864)	0,0520 (0,121)	-0,318** (0,137)
Observaciones, - N -	4,814	4,946	5,009	2,281	2,343	2,367

*Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$*

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Tabla 17.

Determinantes de la propensión a obtener innovaciones (tecnológicas y no tecnológicas). Resultados del modelo biprobit (muestra total).

Fuente: elaboración propia.

Variables	Manufacturas		Servicios	
	TI	NTI	TI	NTI
Obstáculo financiero estimado	-4,569*** -1087	-3,328*** (0,925)	1107 -1023	-2,332*** (0,898)
Obstáculo conocimiento estimado	4,756*** -1626	5,585*** -1411	3,078*** (0,803)	3,834*** (0,708)
Obstáculo mercado estimado	-0,828 (0,627)	1,248** (0,557)	-2,200** (0,868)	-0,212 (0,728)
Obstáculo regulatorio estimado	1233 -1085	-3,248*** (0,953)		
log_IntensidadACTI	0,186*** (0,0141)	-0,0515*** (0,0118)	0,154*** (0,0118)	0,0366*** (0,0101)
Edad	12,43** -4978	12,19*** -4385	-1449 -1190	-0,859 -1156
Edad^2	-5,844** -2335	-5,786*** -2059	0,678 (0,559)	0,403 (0,541)
Tamaño - # empleados	0,189*** (0,0233)	0,0702*** (0,0195)	0,0335 (0,0317)	0,0511* (0,0285)
d_capital extranjero	-0,103 (0,139)	-0,202* (0,115)		
d_recursos públicos	0,0392 (0,163)	0,496*** (0,136)	-0,377* (0,211)	0,264 (0,172)
# instrumentos de propiedad intelectual	-0,0265 (0,0715)	0,0255 (0,0621)	0,0475 (0,0745)	-0,0344 (0,0678)
Capital humano	-0,762** (0,305)	1,000*** (0,270)	0,142 (0,408)	-0,899** (0,375)
rho		-0,285*** (0,0283)		-0,456*** (0,0395)
Constante	-3603 -2453	-2334 -2126	-2,138*** (0,371)	-0,267 (0,360)
Observaciones	5,05	5,05	2,386	2,386

*Errores robustos estándar entre paréntesis; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1*

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a enfrentar obstáculos a la innovación.

Los coeficientes de correlación (rho) son positivos lo cual justifica que los probits financieros se corran conjuntamente con cada uno de los demás probits.



Tabla 18.

Determinantes de la productividad de las empresas. Resultados del modelo de mínimos cuadrados ordinarios (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

Variables	Manufacturas		Servicios		Manufacturas		Servicios	
	log_valor agregado por trabajador							
INN_estimado	1,173***	0,300**						
	(0,308)	(0,117)						
TI_estimado			0,657***	0,299***				
			(0,111)	(0,107)				
NTI_estimado					-0,167	0,498***		
					(0,122)	(0,153)		
log_capital	0,235***	0,109***	0,234***	0,105***	0,244***	0,104***		
	(0,0188)	(0,0123)	(0,0203)	(0,0123)	(0,0199)	(0,0103)		
log_# empleados	0,134***	-0,0302**	0,134***	-0,0457**	0,174***	-0,0515***		
	(0,0157)	(0,0143)	(0,0144)	(0,0184)	(0,0113)	(0,0187)		
log_edad	0,558	0,422	0,745	1,039	0,419	1,144*		
	(1,737)	(0,579)	(1,511)	(0,830)	(1,927)	(0,684)		
capital humano	1,425***	2,936***	1,462***	2,829***	1,459***	2,979***		
	(0,141)	(0,228)	(0,139)	(0,197)	(0,141)	(0,186)		
Efectos fijos industrias	si	si	si	si	si	si		
Efectos fijos cohorte EDIT	si	si	si	si	si	si		
Constante	6,227***	8,581***	6,803***	8,660***	7,278***	8,499***		
	(0,495)	(0,231)	(0,300)	(0,293)	(0,366)	(0,199)		
Observaciones	4,814	2,267	4,946	2,328	5,009	2,352		
R-squared	0,359	0,382	0,371	0,385	0,368	0,385		

*Errores robustos estándar entre paréntesis; *** p<0,01, ** p<0,05, * p<0,1*

Efectos de los obstáculos a la innovación sobre la propensión a cooperar con socios externos

Otro aspecto importante para los procesos de innovación y la superación de obstáculos es la cooperación que se da entre los distintos actores. Estos acuerdos de innovación son reconocidos como oportunidades a través de las cuales las empresas aprovechan las experiencias, recursos y el conocimiento de socios externos (Lundvall, 1992; Tether, 2002; von Hippel, 1988; Chesbrough 2003; Tidd, Bessant, & Pavitt, 2005; Audretsch & Keilbach, 2007; Baldwin

& von Hippel, 2011); en ese sentido, la cooperación puede ser un mecanismo para sobrellevar obstáculos a la innovación.

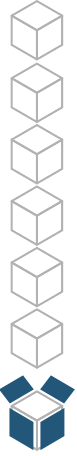
La literatura sobre cómo la cooperación para la innovación afecta los resultados de la innovación, en parte por su impacto directo o por su capacidad de superar obstáculos, ha evolucionado en particular a través de dos modos de cooperación que parten de diferentes formas de adquirir conocimiento: el modo de aprendizaje de Ciencia, Tecnología e Innovación (el modo STI) y el modo de hacer, usar e interactuar (modo DUI).

Tabla 19.

Principales características de los modos de cooperación STI y DUI.

Fuente: elaboración propia con base en Jensen, y otros (2007).

Mode	STI	DUI
Tipos de aprendizaje	know-why Científico y técnico	know-how ; know-who Informal y de experiencia
Conocimiento en la forma de:	Codificado y fácil de transferir	Tácito y aprendido en el trabajo
Tipo de empresa	Mayormente que desarrolla I+D	Generalmente, no lleva a cabo I+D
Tamaño	Generalmente muy grandes o grandes	Mayormente PYME
Condiciones	Departamento de I+D, e investigadores de I+D	Capacidades de I+D limitadas pero compensadas con condiciones organizacionales y habilidades gerenciales
Socios	Universidades, laboratorios de I+D; Consultores	Clientes, proveedores, competidores
Objetivo de la innovación	Radical	Incremental, o no-tecnológica



El modo STI de aprendizaje lleva a cabo interacciones principalmente (y no exclusivamente) con centros que producen nuevos conocimientos como universidades, centros de I+D, consultores y similares. La conjunción de esos factores permite a las empresas enfocar sus esfuerzos de innovación en lograr innovaciones que son hasta cierto punto radicales; es decir, innovaciones nuevas para el mercado nacional donde opera la empresa o nuevas para los mercados internacionales donde la empresa vende sus productos, en lugar de innovaciones incrementales nuevas en la empresa. Como sostienen Jensen y coautores (2007) y Thomä (2017), el modo de aprendizaje STI puede ser más adecuado para ser adoptado en contextos donde predominan las grandes empresas, y en industrias manufactureras avanzadas como biotecnología, farmacéutica, electrónica, entre otras. Por otro lado, el modo de innovación DUI, como los autores lo entienden, involucra un tema clave: el conocimiento se adquiere, en su mayor parte, cuando los trabajadores enfrentan desafíos continuos en sus operaciones laborales diarias. Los trabajadores adoptan (nuevos) conocimientos aprendiendo y haciendo, a través la prueba y error, lo que generalmente implica que interactúan con compañeros de trabajo dentro de sus empresas o con personas que vienen a la empresa y trabajan con ellos, como clientes,

proveedores e inclusive competidores. Este proceso se refiere al saber hacer, que como afirman Jensen y otros, es tácito, localizado y difícil de transferir. La Tabla 19 resume las principales características de cada modo de cooperación.

Para estimar cómo los obstáculos a la innovación se relacionan o afectan la propensión a cooperar de las empresas, se adoptó una metodología probit para un modelo general que introduce los cuatro obstáculos a la innovación como factores explicativos de la cooperación del modo STI, del modo DUI y de la interacción de ambos modos.

• Modelo Probit

El método más usado para estudiar el impacto de los obstáculos a la innovación sobre la propensión a cooperar por parte de una empresa es el probit en razón a que la variable dependiente es binaria, de forma tal que se observa solamente el resultado dicotómico si la empresa cooperó o no.

$$\begin{aligned}
 p(\text{Coop}_{ik}=1 | X_i, Z_i, \mu_{ik}) &= \delta(\vartheta_1 \sum_{j=1}^4 \text{Obst}_i^j + \vartheta_5 \log IE_i + \vartheta_6 RD_{labi} + \vartheta_7 \\
 &\text{Edad}_i + \vartheta_8 \text{Edad}_i^2 + \vartheta_9 \# \text{empleados}_i + \vartheta_{10} \\
 &d_{Fi} + \vartheta_{11} \# \text{IPI}_i + \vartheta_{12} d_{publica i} + \vartheta_{13} CH_i + \vartheta Z_i \\
 &+ \mu_{ik}) \quad (7)
 \end{aligned}$$

La ecuación (7) usa como variable dependiente la probabilidad que una empresa haya entrado en cooperación en alguno de los modos

de cooperación (Coop); es decir, si la empresa cooperó con clientes (Gambardella, Raasch & von Hippel, 2017; Jeppesen, & Molin, 2003), proveedores (Chung & Kim, 2001; Seungwha & Kim, 2003) o competidores (von Hippel, 1987; Hamel, Doz, & Prahalad, 1989), el modo DUI; y/o la empresa cooperó con universidades, consultores, centros de investigación, el modo STI. La variable Coop toma entonces el valor de 1 y cero en otro caso²⁴.

Las variables explicativas más importantes son las cuatro variables de obstáculos: financieros, de mercado, de conocimiento, y regulatorios. Estas son la probabilidad de que una empresa haya enfrentado alguno de los cuatro grupos de barreras. Más específicamente, $Obst_i^j$, donde i es la empresa y j que va de 1 a 4 significa: 1=obstáculos financieros, 2=obstáculos de conocimiento, 3=obstáculos de mercado, y 4=obstáculos regulatorios²⁵.

Siguiendo a la literatura académica que ha investigado los factores que afectan la propensión a coo-

perar, las variables explicativas adicionales incluidas son: la intensidad del gasto en actividades de innovación por trabajador, (log_{IE}) que busca controlar por las capacidades de absorción tecnológicas (Cohen, & Levinthal, 1989 y 1990) o por cómo la intensidad del gasto en ACTI puede afectar la conducta de cooperación.

La edad (y su cuadrado) es un indicador de madurez (relativa) de la empresa, y se asume que entre más madura es la empresa mayor podría ser su propensión para cooperar dado que muy posiblemente ha experimentado mayores procesos de innovación. Otro factor importante es el tamaño de la empresa. Los desarrollos teóricos de Jensen y otros (2007) apuntan a procesos de cooperación diferenciados entre las PYME y grandes empresas. Por ejemplo, es de suponer que las grandes empresas podrían contar con una mayor masa crítica de capital humano y experiencia organizacional. En este documento aproximamos esa percepción con el tamaño de la empresa.

.....

24. Si bien la literatura y las EDIT permiten clasificar los modos STI y DUI según las actividades de cooperación, el objetivo de este documento tiene como fin ver el papel que juegan los actores en el proceso de superación de obstáculos a la innovación por parte de las empresas. Por esta razón, optamos por clasificar los actores en las categorías STI, y DUI. Aunque la literatura también ha utilizado las clasificaciones de los modos de cooperación a través de un enfoque de actividades, en nuestro entender no permitiría relacionar el papel de los actores en el proceso de la superación de las barreras.

25. El valor reportado del obstáculo es el tomado de la EDIT, y no el valor estimado a partir de los modelos de las subsecciones anteriores.



Tether (2002) argumenta que las empresas con capital extranjero podrían necesitar establecer acuerdos de cooperación con socios locales para acceder a capacidades y conocimientos locales. Por ello, se incluyó una *dummy* de capital extranjero ($d_{F,i}$) si la empresa tuvo más del 10% del capital extranjero.

La puesta en marcha de acuerdos de cooperación está sujeto a problemas de agencia sobre los derechos de propiedad intelectual de los resultados de la cooperación en innovación. Por ello, incluimos una variable continua del número de tipos de mecanismos para la protección de la protección intelectual de las innovaciones ($\# IPI_i$) que pregunta la EDIT.

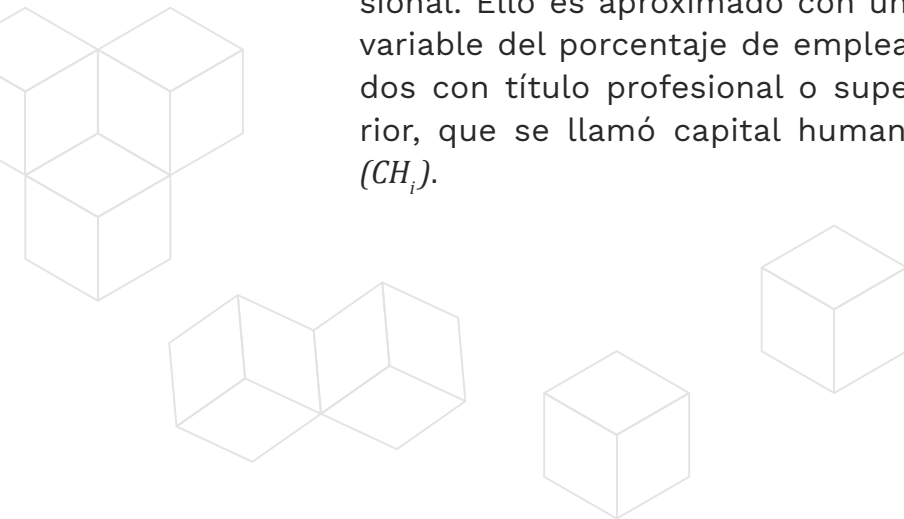
Las capacidades de innovación pasan necesariamente por contar con capital humano altamente profesional. Ello es aproximado con una variable del porcentaje de empleados con título profesional o superior, que se llamó capital humano (CH_i).

También se controló por el efecto de la ayuda pública ($d_{Public\ i}$) sobre la propensión a cooperar dado que es posible que el acceso a esta ayuda tenga como condición socios de cooperación (Marzucchi y otros, 2015).

Por último, y bien importante, controlamos por las actividades directas de I+D en la empresa. Creamos una variable proxy de contar con un laboratorio o departamento de I+D que llamamos (RD_Lab), la cual se construye como una *dummy* que toma el valor de 1 si existe personal especializado en realizar tareas de I+D reportado en la EDIT²⁶.

Todas las regresiones de manufacturas están controladas por efectos fijos de actividad económica, CIIU 4 dígitos, región y cohorte de la EDIT (Z_i) en tanto que las de servicios controlan por los efectos fijos de actividad económica CIIU 4 dígitos y cohorte. μ_i recoge lo no observable cuando una empresa tiene la probabilidad de innovar.

Los resultados de estas estimaciones se muestran en la Tabla 20.



26. La EDIT en Colombia no pregunta explícitamente por la existencia de un departamento o laboratorio de I+D.

Tabla 20.

Determinantes de la propensión a cooperar. Resultados del modelo probit simple (muestra relevante).
Fuente: elaboración propia.

Variables	Manufacturas		Servicios	
	DUI - MR	STI - MR	DUI - MR	STI - MR
log_Intensidad ACTI	0,0231*** (0,00380)	0,0230*** (0,00316)	0,0287*** (0,00363)	0,0231*** (0,00342)
Obstáculo financiero	0,0181 (0,0152)	0,0405*** (0,0127)	0,0177 (0,0222)	0,00713 (0,0185)
Obstáculo conocimiento	0,0421*** (0,0152)	0,0277** (0,0129)	0,0246 (0,0236)	0,00589 (0,0202)
Obstáculo mercado	0,0696*** (0,0149)	0,0407*** (0,0127)	0,0563** (0,0223)	0,0320* (0,0190)
Obstáculo regulatorio	0,0185 (0,0151)	0,00864 (0,0129)	0,0123 (0,0252)	0,0152 (0,0216)
RD_lab	0,0647*** (0,0149)	0,0602*** (0,0119)	-0,00701 (0,0204)	0,0595*** (0,0164)
log_Tamaño - # empleados	0,0482*** (0,00663)	0,0506*** (0,00559)		
Edad	1,198* (0,722)	0,669 (0,587)	-0,0744 (0,414)	0,668** (0,339)
Edad^2	-0,561 (0,345)	-0,317 (0,280)	0,0496 (0,194)	-0,292* (0,159)
d_capital extranjero	-0,00471 (0,0265)	-0,00891 (0,0205)		
d_recursos públicos			0,0846* (0,0435)	0,126*** (0,0328)
# instrumentos de propiedad intelectual	0,0904*** (0,0134)	0,0651*** (0,0114)	0,0748*** (0,0187)	0,0930*** (0,0155)
Capital humano	0,121** (0,0558)	0,260*** (0,0449)	-0,113 (0,114)	0,129 (0,0902)
Observaciones	5,009	4,965	2,339	2,349

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a cooperar en actividades de innovación



• **Modelo probit restringido**

Una especificación alternativa al probit simple propuesto arriba es la del probit restringido. Esta especificación busca diferenciar los efectos de las barreras de mercado, conocimiento y regulatorias cuando el obstáculo financiero es reportado por la empresa. En estricto sentido, la *dummy* de obstáculo financiero no muestra si el obstáculo financiero es activo (binding), pero el reportado es un buen proxy. Dado que el obstáculo financiero tiene una naturaleza disuasiva, como lo analizamos en los anteriores entregables, es importante investigar el impacto de los tres obstáculos restantes sobre la propensión a cooperar de las empresas en los dos modos propuestos. Las dos ecuaciones son:

$$p(Coop_{ik}=1 | X_i, Z_i, \mu_{ik}) = \delta(\vartheta_1 \sum_{j=1}^3 Obst_j^i + \vartheta_5 \log IE_i + \vartheta_6 RD_{lab_i} + \vartheta_7 Edad_i + \vartheta_8 Edad_i^2 + \vartheta_9 \#empleados_i + \vartheta_{10} d_{Fi} + \vartheta_{11} \# IPI_i + \vartheta_{12} d_{publica_i} + \vartheta_{13} CH_i + \vartheta Z_i + \mu_{ik}) \text{ if } Obst_{financ} = 1 \quad (8)$$

$$p(Coop_{ik}=1 | X_i, Z_i, \mu_{ik}) = \delta(\vartheta_1 \sum_{j=1}^3 Obst_j^i + \vartheta_5 \log IE_i + \vartheta_6 RD_{lab_i} + \vartheta_7 Edad_i + \vartheta_8 Edad_i^2 + \vartheta_9 \#empleados_i + \vartheta_{10} d_{Fi} + \vartheta_{11} \# IPI_i + \vartheta_{12} d_{publica_i} + \vartheta_{13} CH_i + \vartheta Z_i + \mu_{ik}) \text{ if } Obst_{financ} = 0 \quad (9)$$

Donde los obstáculos que entran en la determinación de la propensión a cooperar son: mercado, conocimiento y regulatorio. Las demás variables son las mismas detalladas anteriormente.

Los resultados de las estimaciones de este modelo se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21.

Determinantes de la propensión a cooperar con y sin presencia de obstáculos financieros.

Resultados del modelo probit restringido (muestra relevante).

Fuente: elaboración propia.

Variables	Manufacturas				Servicios			
	DUI - fin_obstacles=1	STI - fin_obs-tacles=1	DUI - fin_obstacles=0	STI - fin_obs-tacles=0	DUI - fin_obstacles=0	STI - fin_obs-tacles=0	DUI - fin_obstacles=1	STI - fin_obs-tacles=1
log_Intensidad ACTI	0,00915 (0,00759)	0,0163** (0,00656)	0,0266*** (0,00444)	0,0239*** (0,00363)	0,0304*** (0,00453)	0,0210*** (0,00487)	0,0288*** (0,00452)	0,0278*** (0,00404)
Obstáculo conocimiento	0,0203 (0,0262)	0,000848 (0,0228)	0,0555*** (0,0195)	0,0431*** (0,0162)	0,0114 (0,0293)	0,00209 (0,0248)	0,0299 (0,0342)	0,0193 (0,0336)
Obstáculo mercado	0,0348 (0,0270)	0,0391 (0,0238)	0,0856*** (0,0181)	0,0426*** (0,0153)	0,0746*** (0,0265)	0,0308 (0,0229)	0,0213 (0,0343)	0,0313 (0,0332)

Variables	Manufacturas				Servicios			
	DUI - fin_obsta- cles=1	STI - fin_obs- tacles=1	DUI - fin_obsta- cles=0	STI - fin_obs- tacles=0	DUI - fin_obsta- cles=0	STI - fin_obs- tacles=0	DUI - fin_ obstacles=1	STI - fin_obs- tacles=1
Obstáculo regulatorio	-0,00666 (0,0264)	-0,0184 (0,0225)	0,0247 (0,0192)	0,0169 (0,0163)	0,0439 (0,0323)	0,0635** (0,0279)	-0,0247 (0,0338)	-0,0463 (0,0326)
RD_lab	0,103*** (0,0294)	0,0789*** (0,0242)	0,0529*** (0,0176)	0,0530*** (0,0139)	-0,0384* (0,0233)	0,0471** (0,0188)	0,0274 (0,0354)	0,0868*** (0,0311)
log_Tamaño - # empleados	0,0442*** (0,0134)	0,0430*** (0,0110)	0,0477*** (0,00770)	0,0565*** (0,00646)	-0,00231 (0,0103)	0,0108 (0,00897)	0,0303* (0,0163)	-0,00382 (0,0160)
Edad	1,175 (1,510)	1,550 (1,229)	1,080 (0,849)	-0,0526 (0,729)	0,181 (0,463)	0,549 (0,440)	-0,238 (0,667)	0,812 (0,605)
Edad^2	-0,530 (0,721)	-0,739 (0,586)	-0,512 (0,406)	0,0303 (0,349)	-0,0686 (0,218)	-0,233 (0,207)	0,120 (0,313)	-0,372 (0,281)
d_capital extranjero	0,0151 (0,0620)	0,0403 (0,0529)	-0,00151 (0,0286)	-0,0161 (0,0214)				
d_recursos públicos					0,0990** (0,0504)	0,138*** (0,0403)	0,0290 (0,0727)	0,0706 (0,0524)
# instrumentos de propiedad intelectual	0,116*** (0,0253)	0,0929*** (0,0225)	0,0769*** (0,0159)	0,0548*** (0,0136)	0,0755*** (0,0212)	0,0874*** (0,0178)	0,0894*** (0,0336)	0,109*** (0,0310)
Capital humano	0,167 (0,117)	0,278*** (0,0979)	0,0987 (0,0665)	0,251*** (0,0511)	-0,157 (0,129)	0,105 (0,102)	0,153 (0,209)	0,350* (0,191)
Observaciones	1,415	1,395	3,485	3,409	1,739	1,729	672	610

Errores robustos estándar entre paréntesis; *** $p < 0,01$, ** $p < 0,05$, * $p < 0,1$

El Cuadro presenta los efectos marginales de las variables explicativas sobre la propensión a cooperar en actividades de innovación



Análisis cualitativo

El componente cualitativo fue liderado por Econometría Consultores S.A.S. y contó con el acompañamiento y apoyo del equipo de SwissContact y el CPC. Consistió en realizar entrevistas a directivos (relacionados con los procesos de innovación) de empresas de diferentes tamaños, sectores y ciudades del país, para indagar acerca de las dinámicas de innovación en sus empresas, los obstáculos que han enfrentado, y los aprendizajes y soluciones que estas empresas han obtenido durante sus procesos de innovación. También, se realizaron grupos focales con empresarios para conocer sus experiencias aplicando a y siendo beneficiarios de instrumentos públicos de apoyo a la innovación, y la forma en que estos habían contribuido (o no) a superar obstáculos a la innovación.

La información cuantitativa levantada con anterioridad permitió tener un panorama general de la innovación empresarial en el país. Desde allí, la metodología cualitativa buscó profundizar sobre algunas consideraciones previas, derivadas del análisis cuantitativo, acerca de las barreras a innovación y el uso de instrumentos públicos de apoyo a la innovación por parte de las empresas. En las investigaciones cualitativas se adquiere profundidad en lugar de exactitud: en ellas, se trata de obtener un entendimiento lo más profundo posible (Bilbao Ramírez & Escobar Callegas, 2020). Así, el objetivo de este componente fue ampliar la información a partir

de las experiencias, razones, motivaciones, necesidades, barreras y procesos particulares de algunas de las empresas frente a sus propios procesos de innovación, teniendo en cuenta las especificidades de los sectores, tamaños y estructuras organizacionales de las empresas.

El análisis cualitativo de este estudio se realizó a partir de la recolección de datos primarios aplicando dos herramientas cualitativas: entrevistas semiestructuradas a empresas en 7 ciudades (Bogotá, Medellín, Cali, Barranquilla, Cartagena, Bucaramanga y el eje Manizales-Pereira), y cuatro grupos focales en Bogotá y Medellín con empresas beneficiarias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

Cada uno de los instrumentos incluyó categorías específicas de interés del estudio. Las entrevistas buscaron recoger información sobre los procesos y la gestión de la innovación en las empresas, las motivaciones y los obstáculos para innovar, las estrategias de cooperación para la innovación y el uso de instrumentos públicos de apoyo a la innovación. De otro lado, a partir de los grupos focales, se recogió información sobre las motivaciones y los obstáculos para innovar, el uso de instrumentos públicos de apoyo a la innovación y las recomendaciones de las empresas para el ajuste de los instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

El trabajo de campo para recolectar la información estaba programado para desarrollarse de manera presencial en las ciudades mencionadas anterior-

mente, pero la ejecución de las entrevistas y los grupos focales se realizó de manera virtual debido a las restricciones de movilidad producto de la emergencia sanitaria de la pandemia

del Covid-19. El operativo de campo virtual inició el 13 de abril de 2020 y finalizó el 5 de junio del 2020. La línea de tiempo del trabajo de campo se puede observar en la Ilustración 18.

Ilustración 18.

Línea de tiempo del trabajo cualitativo desarrollado.

Fuente: elaboración propia.





En seguida, se detalla cómo se seleccionó la muestra de empresas que se entrevistaron, cómo se realizaron las entrevistas semiestructuradas y su operativo de campo, cómo se realizaron los grupos focales, y cómo se analizó la información recogida mediante ambas herramientas.

Muestreo intencionado por máxima variación

En términos del diseño muestral cualitativo se realizó un muestreo intencionado. Esta tipología de muestreo se define a partir de la selección de criterios preestablecidos de acuerdo con el problema definido para este estudio y con base en evidencia empírica que guiarán la inclusión y exclusión de territorios a ser visitados en el trabajo de campo (Casal & Mateu, 2003). Además, el diseño de muestreo intencionado buscó la máxima variación de la muestra, en la que se pretende conseguir la máxima expresión del fenómeno de estudio; es decir, buscando que todas las posibles manifestaciones del fenómeno queden incluidas dentro de la muestra (Perez-Luco, Lagos, Mardones, & Saez, 2017). Cabe señalar que este tipo de muestreo no pretende conseguir un tamaño de muestra que sea estadísticamente representativo para extrapolar resultados a toda la población; como se mencionó, lo que

busca es abarcar la mayor cantidad de expresiones o situaciones alrededor de un fenómeno de estudio.

En este caso, se buscó maximizar la variación en cuanto a la localización, tamaño y sector de las empresas, con el fin de tener un espectro de empresas del país con diferentes características que permitieran identificar las diferencias en cuanto a los procesos y barreras de innovación que experimentan. Entonces, los criterios de inclusión de empresas para garantizar la máxima variación de la muestra de empresas a entrevistar fueron:

- **Localización:** que la empresa estuviera localizada en una de las siete (7) ciudades del estudio (Bogotá, Medellín, Barranquilla, Cartagena, Cali, Bucaramanga y sus áreas metropolitanas, y el Eje Cafetero que incluye a Pereira y Manizales). Estas ciudades fueron escogidas puesto que en ellas se encuentra la mayor cantidad de empresas innovadoras o potencialmente innovadoras en el país, de acuerdo con los datos del componente cuantitativo de este estudio elaborado con información de la EDIT del DANE.
- **Sector de actividad económica:** a partir de la Clasificación Internacional Industrial Uniforme (CIIU) y de la lista de sectores priorizados por las apuestas productivas de cada ciudad/región en la Red Clúster Colombia, se definieron para cada región los cuatro (4)

sectores priorizados y con mayor cantidad de empresas innovadoras o potencialmente innovadoras. Se buscó que la distribución de los sectores fuera igual en cuanto a si el sector era de servicios o manufacturas.

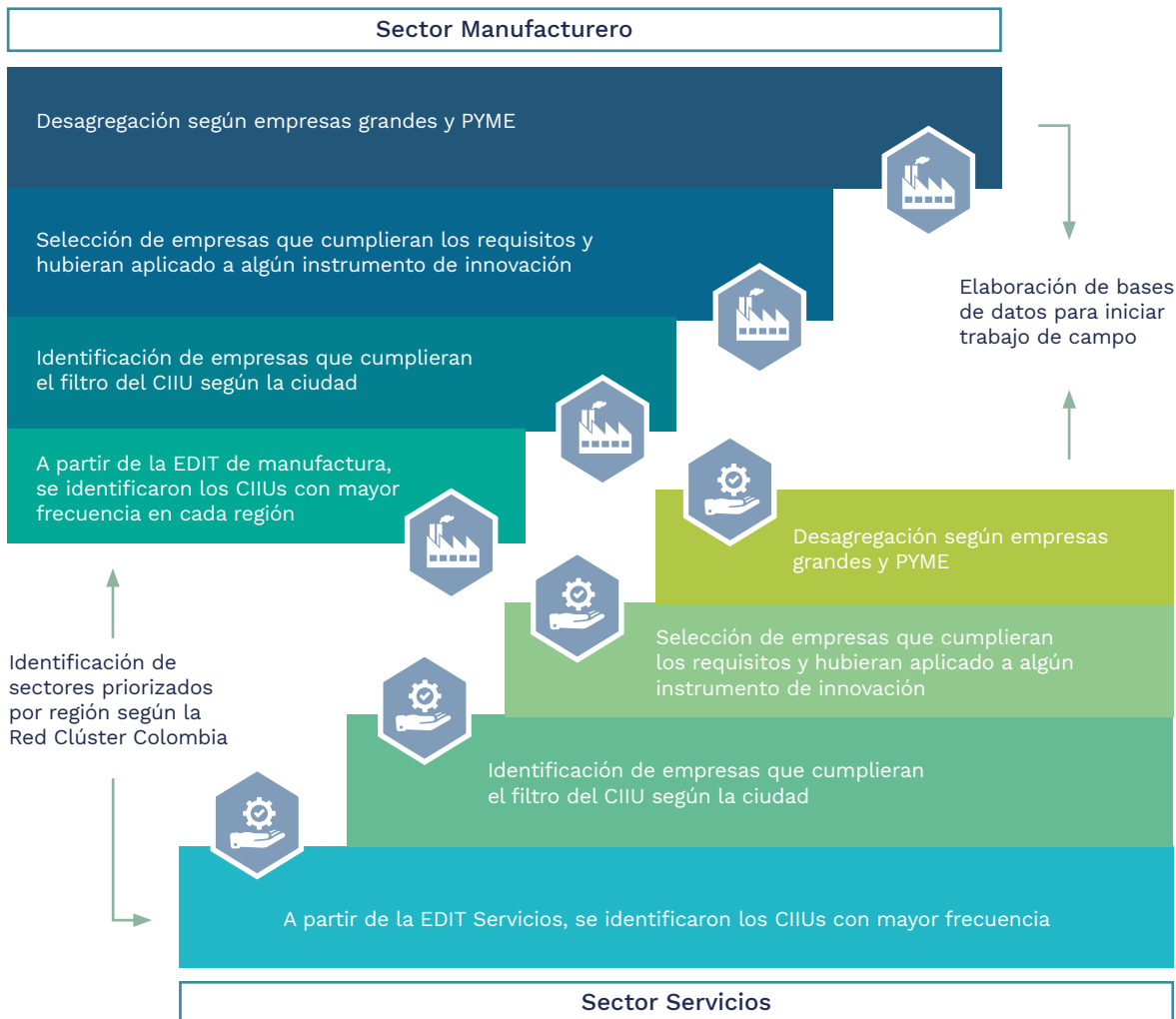
- **Tamaño:** de los sectores elegidos en cada ciudad, se eligieron dos (2) empresas, una PYME y otra grande.

De esa manera, en cada ciudad se tuvieron ocho (8) empresas entrevistadas de cuatro (4) sectores diferentes, de las cuales cuatro (4) fueron PYME y cuatro (4) empresas grandes (Tabla 22). En la Ilustración 19 se puede observar el proceso de selección y filtro de las empresas a entrevistar según si pertenecían a un sector manufacturero o a un sector de servicios.

Ilustración 19.

Selección de la muestra cualitativa de empresas para las entrevistas (máxima variación por región, sector y tamaño).

Fuente: elaboración propia.





Por su lado, las empresas invitadas a los grupos focales se concentraron en Medellín y Bogotá, por ser las ciudades con mayor proporción de empresas beneficiarias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación de acuerdo con las estadísticas de la EDIT del DANE. De esta manera, el criterio de inclusión de las empresas participantes de los ejercicios grupales fue el uso de estos instrumentos. La selección y

contacto de empresas beneficiarias se hizo con el apoyo de las entidades oferentes de tales instrumentos (respetando las políticas de protección de datos y cláusulas de confidencialidad), tales como iNNpulsa, Minciencias y Colombia Productiva (MinCIT), y con el acompañamiento del CPC y SwissContact. En total se realizaron cuatro (4) grupos focales, dos (2) en cada ciudad, cada uno con entre 4-8 empresas (Tabla 22).

Tabla 22.

Entrevistas realizadas según ciudad y tamaño.

Fuente: elaboración propia.

No.	Región	Grandes empresas	PYME	Total entrevistas
1	Bogotá	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
2	Medellín	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
3	Cartagena	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
4	Barranquilla	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
5	Bucaramanga	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
6	Eje Cafetero	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)
8	Calí	4 (1 por sector)	4 (1 por sector)	8 (2 por sector)

Entrevistas semiestructuradas a empresas innovadoras

Las entrevistas semiestructuradas hacen parte de la categoría de entrevistas cualitativas de investigación social, donde las preguntas están definidas previamente, ha-

ciendo referencia a temas y subtemas, de los cuales se busca indagar, pero la secuencia, así como su formulación pueden variar y se tiene libertad para profundizar de acuerdo con la necesidad, permitiendo la inclusión de asuntos emergentes y la recopilación de información detallada sin salirse de las temáticas planteadas.

En este proyecto, el cuestionario de las entrevistas fue estructurado de manera que permitiera recoger información sobre los procesos y la gestión de la innovación en las empresas, las motivaciones y los obstáculos para innovar, las estrategias de cooperación para la innovación y el uso de instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

Para agendar las entrevistas, se contactó vía telefónica a las empresas que participarían en el estudio, con el propósito de indagar por el informante idóneo (persona a entrevistar) dentro de la organización; específicamente, la persona encargada de los procesos de innovación en la compañía tales como gerentes de innovación, gerentes generales, directores de I+D+I y coordinadores de innovación. Una vez se contó con el correo electrónico y el nombre del informante idóneo, se procedió a enviar la información del estudio y la solicitud del espacio para agendar la entrevista.

Previo al operativo de todas las entrevistas, se realizó una prueba piloto de las entrevistas en la ciudad de Bogotá. En esta prueba piloto se entrevistaron dos empresas de manera presencial: una de manufactura y una de servicios. Este piloto sirvió para validar la guía de preguntar y realizar ajustes pertinentes.

La cobertura total del operativo de campo fue de un 91% para las

entrevistas semiestructuradas. En total se realizaron cincuenta y un (51) entrevistas a empresas innovadoras o potencialmente innovadoras. Cuatro (4) ciudades de las siete (7) que hicieron parte del estudio, lograron completar el 100% de la cobertura de las entrevistas, entre ellas Medellín, Manizales-Pereira, Bucaramanga y Bogotá, mientras que Cartagena, Barranquilla y Cali no alcanzaron la cobertura completa. Para cubrir las entrevistas faltantes en estas ciudades, se realizaron dos entrevistas adicionales a las Cámaras de Comercio de Barranquilla y de Cali. Aun así, es importante mencionar que para el caso de las entrevistas semiestructuradas el no haber completado el 100% de la cobertura no fue un riesgo en términos metodológicos puesto que, al revisar el nivel de saturación de la información recolectada, esta era suficiente para realizar el análisis del estudio.

Por último, cabe agregar que se logró una distribución relativamente equitativa de las empresas entrevistadas según el sector económico al que pertenecen: servicios o manufacturas. Del total de las empresas entrevistadas, el 55% fueron empresas de servicios y el 45% fueron empresas manufactureras. La distribución de las empresas entrevistadas según sectores, tamaño, edad y ciudades se puede ver en la Tabla 17.

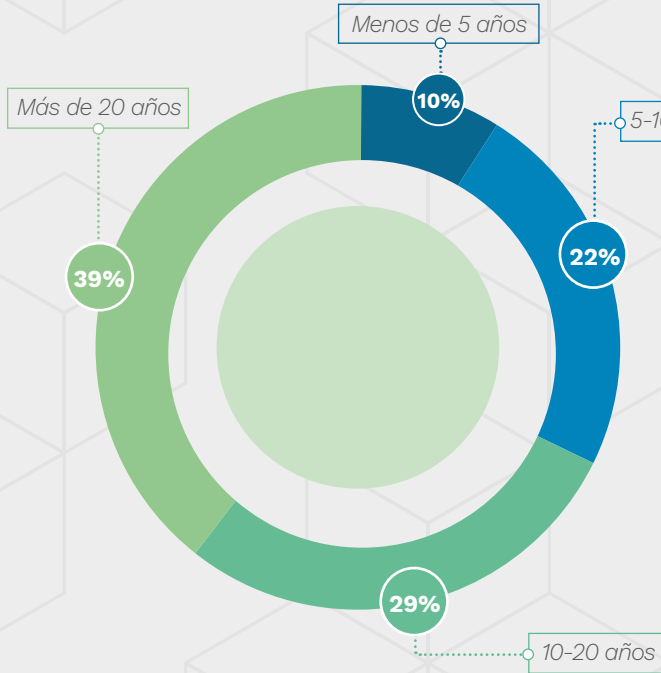


Ilustración 20.

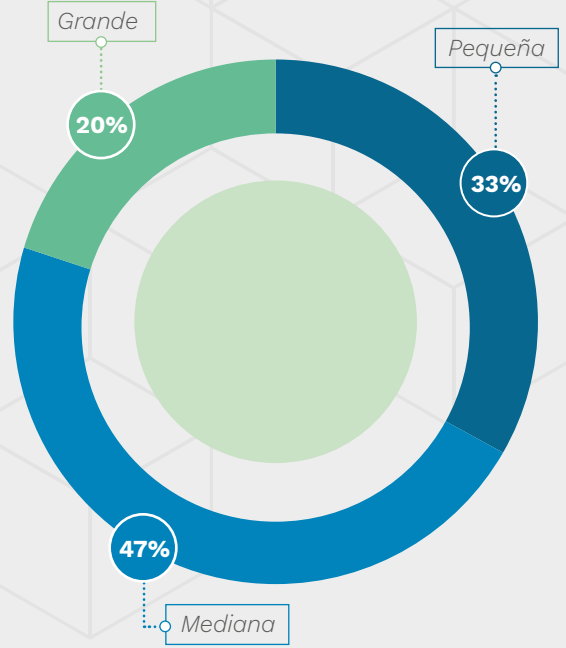
Distribución de las empresas entrevistadas según edad, tamaño, sector y ciudad.

Fuente: elaboración propia.

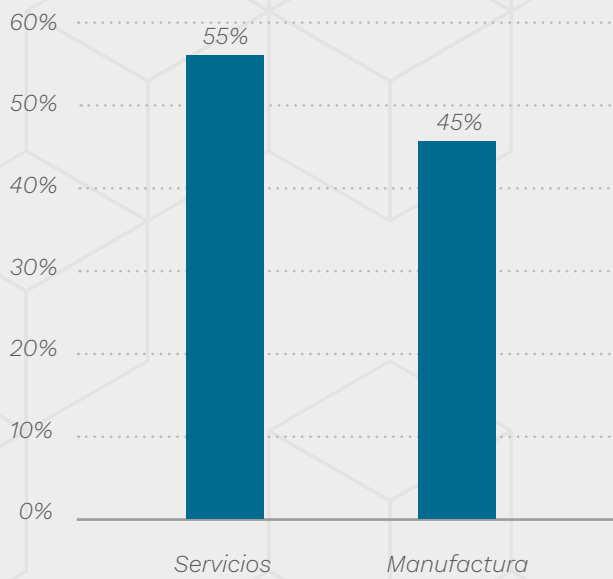
Edad



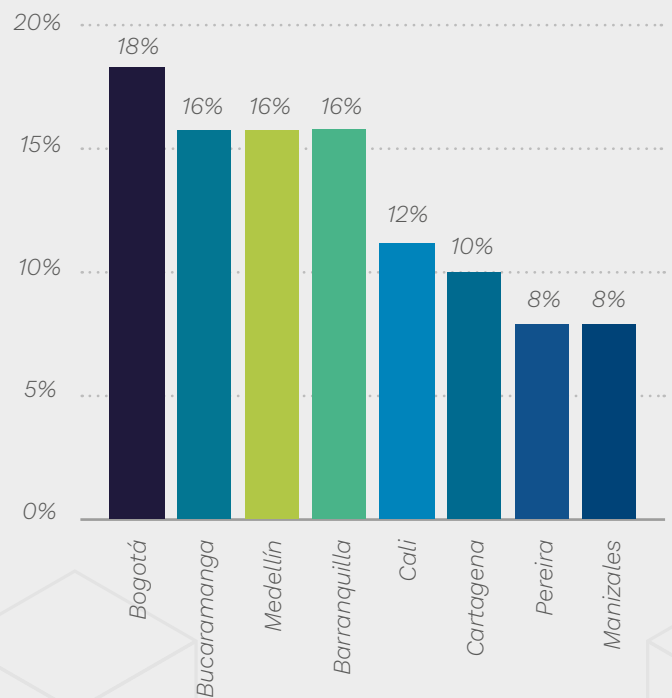
Tamaño



Sector



Ciudad



Grupos focales con empresas beneficiarias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación

Los grupos focales (o grupos de enfoque) son una técnica de recolección de información que emplea los procedimientos de la entrevista no directiva, aplicados a informantes reunidos para participar en una sesión colectiva sobre uno o algunos temas concretos. De esta manera se desarrolla como una conversación o un intercambio entre personas, con el apoyo de un moderador, para promover escenarios de diálogo abierto y espontáneo (Rodríguez & Zeballos, 2007).

En los grupos focales realizados en este estudio, se recolectó información sobre las motivaciones y los obstáculos para innovar, el uso de instrumentos públicos de apoyo a la innovación y las recomendaciones de las empresas para el ajuste de los instrumentos públicos de apoyo a la innovación.

Los grupos focales se concentraron en Medellín y Bogotá por ser las ciudades con mayor proporción de empresas beneficiarias de instrumentos públicos de apoyo a la innovación. De esta manera, el criterio de selección de las empresas participantes de los ejercicios grupales fue el uso de estos instrumentos y su localización en alguna de las dos ciudades mencionadas. En total se realizaron cuatro (4) grupos focales, dos (2) en cada ciudad.

Ante la coyuntura de tener que hacer los grupos focales de forma virtual debido a las restricciones instauradas contra la pandemia del Covid-19, la dinámica de los grupos focales siguió una metodología de talleres Delphos. Esta consistió en enviar a los participantes un cuestionario digital previo al taller con preguntas relevantes para la discusión, y una vez que ellos contestaban, el equipo de Econometría tabulaba las respuestas y las llevaba a discusión durante las sesiones en vivo. Así, se preguntaba a los participantes si estaban o no de acuerdo con los resultados agregados de los formularios, y se pedía justificar las respuestas. De esa manera se generaba la discusión entre los participantes que permitía capturar diferentes puntos de vista y experiencias en torno a los temas tratados.

Análisis de la información

Existe un acuerdo generalizado en que el análisis de la información cualitativa es un asunto de codificación (Packer, 2014), entendido como el proceso por medio del cual extractos de transcripciones se organizan y clasifican en categorías que en ocasiones aparecen inductivamente, pero que en el caso de estudios evaluativos se construyen a priori con base en las preguntas orientadoras propuestas en los términos de referencia. El resultado del proceso de codificación, “es una colección de extractos, cada uno con una o más categorías con una etiqueta” (Packer, 2014; pág. 69).



En este orden de ideas, aun cuando existen diversos enfoques para el análisis cualitativo como el análisis temático, fenomenología empírica y análisis interpretativo fenomenológico, la teoría fundamentada (*Grounded Theory*) cuenta con la mayor popularidad en el campo de la investigación cualitativa en la actualidad. Esta se define como una “aproximación inductiva en la cual la inmersión en los datos sirve de punto de partida del desarrollo de una teoría sobre un fenómeno” (Universidad del Norte, 2015, pág. viii) y, según Packer (2014), implica prácticas de abstracción y generalización en el proceso de análisis de la información: la primera consiste en dividir una totalidad en elementos que sean distintos los unos de los otros y del contexto original, mientras que en la generalización se encuentran los elementos comunes o repetidos de la clasificación de elementos.

Bajo este marco teórico, la sistematización y el procesamiento de la información se realizó a través del software NVIVO versión 12, que hace parte de los programas CAQDAS²⁷, fundamentales en el análisis de información cualitativa. Dicho procesamiento se llevó a cabo en cinco etapas para el análisis de la información recogida en campo:

1. Construcción de documentos primarios: En esta etapa los profesionales de campo realizaron la transcripción de los formatos de audio de las entrevistas y los ejercicios grupales.

2. Base de datos cualitativa: Con las transcripciones se construyó la base de datos, también conocida como unidad hermenéutica o proyecto en el software NVIVO.

3. Codificación de temas básicos (primer nivel): Los documentos primarios de las entrevistas territoriales y nacionales, así como las fuentes secundarias documentales, se codificaron a partir de los temas básicos construidos en relación con las categorías de análisis, dejando siempre espacio para la emergencia de nuevas categorías durante la lectura del discurso. Esta etapa se realizó con ayuda del software NVIVO.

4. Codificación de temas organizadores (segundo nivel): Esta etapa consiste en construir mapas conceptuales, familias, filtros o relaciones jerárquicas, causales o emergentes en los cuales se relacionen las categorías y se construyan hipótesis alrededor de las relaciones resultantes. De esta forma se logra organizar la información categorizada para generar conclusiones, propuestas y recomendaciones.

5. Relación entre temas organizadores para lograr temas globales: A partir de los resultados de la codificación de segundo nivel, se generó la relación entre los datos recogidos en campo a través de los diferentes instrumentos y la información documental para lograr un análisis integral del contexto social.

27. *Computer Aided Qualitative Data Analysis*, por sus siglas en inglés.

B. Filtros y depuraciones para el mapeo de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas

Filtros y selección de instrumentos del Mapeo Nacional de DNP y DAPRE (2019) para el análisis

Este análisis de la oferta de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas se basó en la información disponible en la matriz de oferta nacional de instrumentos de política de ciencia, tecnología e innovación (CTI) realizada por el Departamento Nacional de Planeación (DNP) y la Presidencia de la República en 2019 (DNP & DAPRE, 2019), la cual es la continuación de la iniciativa del Banco Mundial & Departamento Nacional de Planeación (2015) para recopilar en un solo lugar datos cuantitativos sobre los instrumentos nacionales. Dicha matriz se construyó a partir de un cuestionario realizado a funcionarios públicos de diferentes entidades relacionadas con la política de CTI y contiene información relacionada con el nombre, objetivos de política de CTI y de PDP, descripción, presupuesto y población objetivo de los instrumentos de CTI ofrecidos por diferentes entidades. La base de datos fue procesada mas no publicada, y el acceso a ella fue facilitado por el DNP para la realización de este estudio.

Para focalizar el análisis de los instrumentos de CTI que conciernen este estudio, los instrumentos de apoyo a

la innovación en empresas, se realizó una serie de filtros a la matriz original de DNP y DAPRE (2019) y se excluyeron aquellos que no estaban relacionados con promover actividades de innovación en empresas. Primero, se creó un filtro inicial que permitiera encontrar aquellos instrumentos orientados a la innovación y que al menos uno de sus beneficiarios fueran empresas o emprendedores. Así, el doble filtro consistía en:

1. Filtro de objetivos de los instrumentos: Sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que reportaban tener como uno de sus objetivos de política a la “innovación”.
2. Filtro de beneficiarios: Sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que reportaban tener como uno de sus beneficiarios a empresas (micro, PYME o grandes) o emprendedores.

De un total de instrumentos iniciales en la matriz de DNP & DAPRE (2019), luego de este doble filtro quedaron 94 instrumentos. Adicionalmente, se descartaron algunos instrumentos que, después de hacer una revisión más profunda, no eran en realidad de apoyo a la innovación en empresas o no tenían empresas como beneficiarios, aunque hubie-



ran reportado tal información; otros fueron descartados para evitar duplicidades. En concreto, se realizaron las siguientes modificaciones:

- Dado que hay instrumentos que estaban reportados más de una vez porque sus fases o convocatorias estaban desagregadas, se decidió que se unificarían y se dejaría un solo registro para cada instrumento, como fue el caso de ‘Beneficios Tributarios en CTel’, ‘Apoyo Proyectos de I+D+i (Investigación)’, ‘Sistemas de Innovación Empresarial’, ‘Apps.co’ y ‘Programa ALDEA’.
 - También, se determinó que se eliminarían los instrumentos de Agrosavia, Agencia Nacional de Tierras (ANT), Departamento para la Prosperidad Social (DPS) e Icetex, dado que, a pesar de haber sido reportados como instrumentos de innovación, al ser revisados bajo la definición del objetivo de innovación no cabían bajo dicho concepto.
 - Se excluyó al ‘Programa de asistencia a Inventores – PAI’ de las Superintendencia de Industria y Comercio (SIC) puesto que no reportaba presupuesto y no se encontró documentación secundaria al respecto.
 - Se incluyeron a los instrumentos de Artesanías de Colombia bajo el nombre de MinCIT, ministerio al cual está adscrito esta entidad, para facilidad del análisis.
 - Se eliminó la entrada de ‘Economía Naranja TIC’ de MinTIC para eliminar duplicidad de la información.
- Este instrumento es una recopilación de varios instrumentos (p.e. ‘ALDEA’ y ‘Megai’) que ya se están teniendo en cuenta en otras entidades ejecutoras.
- Se descartaron los instrumentos ‘Centros de Transformación Digital Empresarial’, ‘Convertic Herramienta’, ‘Desarrollo de soluciones y nuevos modelos de negocio de Gobierno Digital’, ‘Fortalecimiento de componentes de la Política de Gobierno Digital’ y ‘Habilitadores Transversales de la Política de Gobierno Digital’ de MinTIC porque sus beneficiarios no son directamente las empresas o emprendedores. Estas son estrategias para mejorar la provisión de servicios del Estado en las que los beneficiarios son los ciudadanos; aunque dicha provisión se puede tercerizar a través de empresas privadas, su propósito no es promover la innovación en las firmas del país.
 - Se filtraron los instrumentos ‘Programa para inclusión en los mercados’, ‘Programa de apoyo al emprendimiento de población víctima’, ‘Convocatoria para Impulsar la comercialización de la producción agrícola familiar’, ‘Incremento de la competitividad e inclusión productiva de la población artesana víctima y vulnerable del país’ y ‘Apoyo a emprendimientos de población vulnerable en etapa temprana’ de MinCIT, puesto que no tienen un objetivo explícito de innovación y su enfoque de emprendimiento va más dirigido hacia la inclusión

productiva que hacia el apoyo a emprendimientos innovadores con alto potencial de crecimiento.

SENA porque no están enfocados, explícitamente, en promover directamente la innovación en empresas.

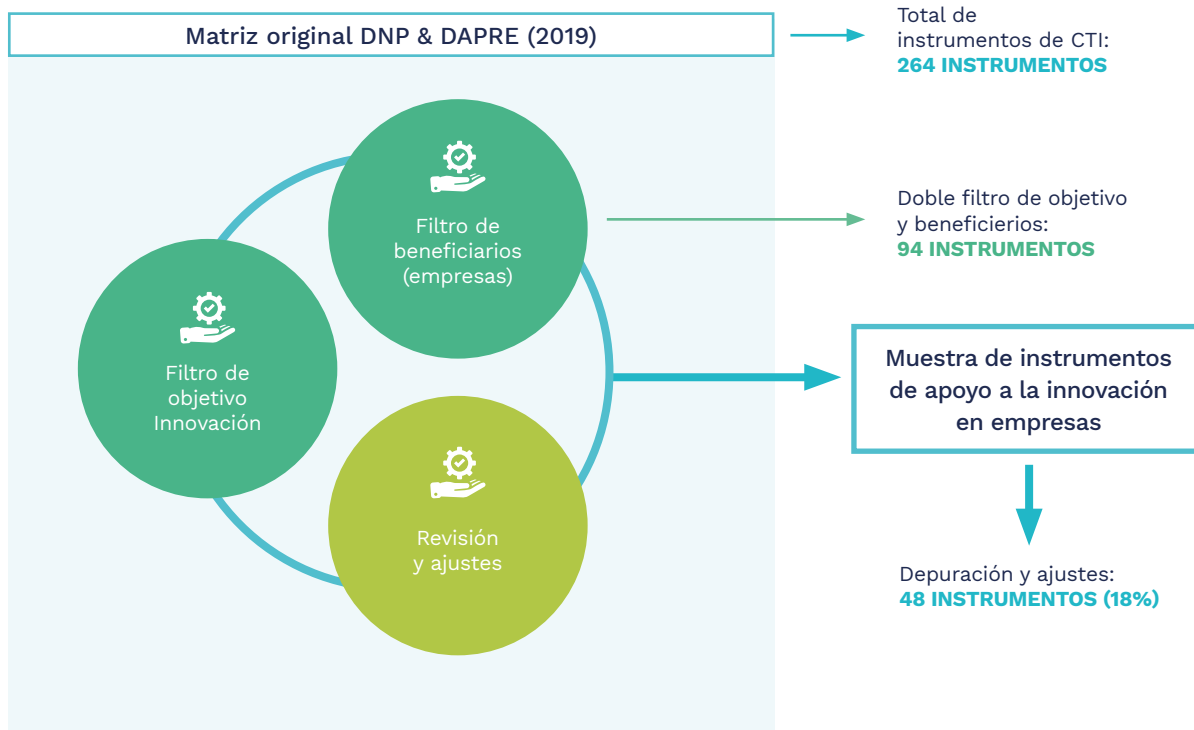
- Se eliminaron los instrumentos ‘Aprovechamiento de TLCs’, ‘Ventanilla Única Empresarial (VUE)’ y ‘Mercados Estratégicos’ de MinCIT, ‘LEC - Línea Especial de Crédito’ de FINAGRO, ‘Premio Innova’ de INNpulsa, y ‘Fondo Emprender’ del

Esta depuración manual dejó como resultado una muestra de 48 instrumentos de 9 entidades ejecutoras que fue utilizada para el análisis presentado en este documento. La Ilustración 21 resume el proceso y resultados del filtro.

Ilustración 21.

Filtros realizados para seleccionar la muestra de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas.

Fuente: elaboración propia con base en DNP & DAPRE (2019).



Por último, se hicieron algunos ajustes a la información reportada por varios de esos 48 instrumentos seleccionados. Puesto que la matriz de DNP & DAPRE (2019) fue construida a partir de autorreporte de los funcionarios encuestados, la base presentaba una gran heterogenei-

dad en la coherencia interna de las respuestas. Por ello, se realizaron algunas modificaciones en cuanto a los objetivos y beneficiarios reportados de manera que estuvieran alineados con los conceptos y definiciones usados a lo largo del análisis de este documento.



Filtros y selección de instrumentos de la base de datos de STIP Compass

El STIP Compass es una iniciativa de la Comisión Europea y la OCDE para recopilar en un solo lugar datos cuantitativos y cualitativos sobre las tendencias nacionales en las políticas de ciencia, tecnología e innovación (EC/OECD, 2019). Este mapeo contiene el nombre, los objetivos de política, la descripción, el presupuesto, la población objetivo y el país de los instrumentos, pero para realizar el análisis internacional se tomaron dos temas: áreas de políticas y beneficiarios.

La sección de beneficiarios está dividida en 9 categorías: capital y trabajo, instituciones de investigación y educación, investigadores, estudiantes y profesores, grupos sociales especialmente enfatizados, entidades gubernamentales, empresas por edad, empresas por tamaño e intermediarios.

La sección de áreas de políticas es realizada a través de la herramienta de encuesta de políticas de CTI de la CE-OCDE de 2017 que permitió a los encuestados proporcionar información sobre las iniciativas de políticas de CTI actualmente en funcionamiento (EC/OECD, 2019). Esta sección analiza seis áreas de políticas, sin embargo, para fines de esta investigación, los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas, sólo se analizó el área de ‘innovación en empresas y emprendimiento innovador’. Esta sección está compuesta por las 9 subáreas que se presentan en la Tabla 23.

Para empezar, se definieron los países que se tendrían en cuenta para los análisis. Se determinó que se utilizaría un promedio de los países miembros de la OCDE, un promedio de los países miembros de la Unión Europea y un promedio de los países latinoamericanos, que estuvieran en la base de datos. Adicionalmente, se utilizó el Índice de Innovación Global del 2019 para seleccionar el mejor país de Europa (Suiza) y los dos mejores de América Latina (Chile y Costa Rica); también, se tomó en cuenta Corea del Sur e Israel, dado que, son países de referencia en temas de innovación. Después de filtrar la matriz para realizar los análisis de los promedios, respectivamente, se obtuvo que había 7 países para LATAM, 27 países para la UE y 35 países para la OCDE.

Al mismo tiempo, se excluyeron aquellos instrumentos que tuvieran fecha final anterior al 2018; sin embargo, quedaron incluidos aquellos instrumentos que no registraban fecha de finalización porque la matriz está basada en iniciativas de políticas de CTI actualmente en funcionamiento (EC/OECD, 2019). Finalmente, teniendo en cuenta que los análisis acerca de los instrumentos de apoyo a la innovación en empresas, sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que tuvieran como beneficiario algún tipo de empresa (Tabla 24).

En resumen, los filtros usados para acotar la muestra de análisis de instrumentos de apoyo a la innovación en empresas del STIP Compass fueron:

1. Filtro de país: Solo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que pertenecían a los países anteriormente mencionados.

2. Filtro de fecha: Sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que estuvieran activos o que tuvieran fecha de terminación del 2018 o 2019.

3. Filtro de beneficiarios: Sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que reportaban tener como beneficiario, al menos, algún tipo de empresa.

4. Filtro de innovación: Sólo se tuvieron en cuenta aquellos instrumentos que reportaban al menos un tema de política del área de innovación en empresas y emprendimiento innovador.

Como resultado después de realizar los filtros, de los 7.161 instrumentos y 59 países reportados inicialmente en la base de datos del STIP Compass, para el análisis internacional de este estudio se utilizó la información de 900 (13%) instrumentos y 46 países (78%).

Tabla 23.

Subáreas de políticas de innovación en empresas y emprendimiento innovador del STIP Compass.

Fuente: EC/OECD (2019). Traducción propia.

Área de política	Subáreas de política	Pregunta en la Encuesta de Políticas de CTI CE-OCDE 2017
Innovación en empresas y emprendimiento innovador	Estrategias de política de innovación empresarial	¿Qué estrategias o planes existen, en su caso, para dirigir estratégicamente la política nacional en materia de innovación empresarial y/o emprendimiento innovador?
	Apoyo financiero a I + D empresarial e innovación	¿Cuáles son las principales iniciativas políticas para proporcionar apoyo financiero a la I+D empresarial y a la innovación?
	Capacidades y cultura del emprendimiento	¿Qué iniciativas políticas existen para fomentar el espíritu y la cultura del emprendimiento en las empresas o en los individuos y para proporcionarles las aptitudes adecuadas?
	Acceso a la financiación para la innovación	¿Qué iniciativas políticas existen para promover el acceso de las empresas a la financiación para la innovación?
	Apoyo dirigido a PYME	¿Cuáles son las principales iniciativas políticas dirigidas específicamente a las actividades de investigación e innovación en las PYME?
	Apoyo no financiero a I + D empresarial e innovación	¿Cuáles son las principales iniciativas políticas para proporcionar apoyo no financiero a la I+D empresarial y a la innovación?
	Estimulando la demanda de innovación y creación de mercado	¿Qué iniciativas políticas existen para estimular la demanda de innovaciones de las empresas y apoyar la creación de innovaciones en el mercado?
	Inversión extranjera directa	¿Qué iniciativas de política existen para atraer inversiones extranjeras directas intensivas en conocimientos y promover transferencias a empresas nacionales?
	Apoyo dirigido a empresas jóvenes e innovadoras	¿Qué iniciativas de política existen para prestar servicios de apoyo a las jóvenes empresas innovadoras y a las empresas emergentes?



Tabla 24.

Tipos de empresas beneficiarias en el STIP Compass.

Fuente: EC/OECD (2019). Traducción propia.

Categoría	Grupo objetivo
Empresas por edad	Empresas de cualquier edad
	Empresas nacientes (de 0 a menos de 1 año)
	Empresas jóvenes (de 1 a 5 años)
	Empresas establecidas (más de 5 años)
Empresas por tamaño	Empresas de cualquier tamaño
	Microempresas
	PYME
	Grandes empresas
	Empresas multinacionales

Definiciones y reclasificación de los objetivos de política de CTI

Uno de los ajustes hechos a la información reportada por DNP & DAPRE (2019) fue la reclasificación de los objetivos de política, pues anteriormente se consideraban 7 objetivos de política de CTI y 7 objetivos de PDP (para un total de 14)²⁸, y ac-

tualmente en la metodología ArCo se consideran 10 objetivos en total. Para reorganizar los objetivos, se reubicaron los instrumentos reportados en la matriz inicial de DNP & DAPRE (2019) dentro de los nuevos objetivos siguiendo las respectivas definiciones. La correspondencia entre estas clasificaciones se muestra en la Ilustración 22.

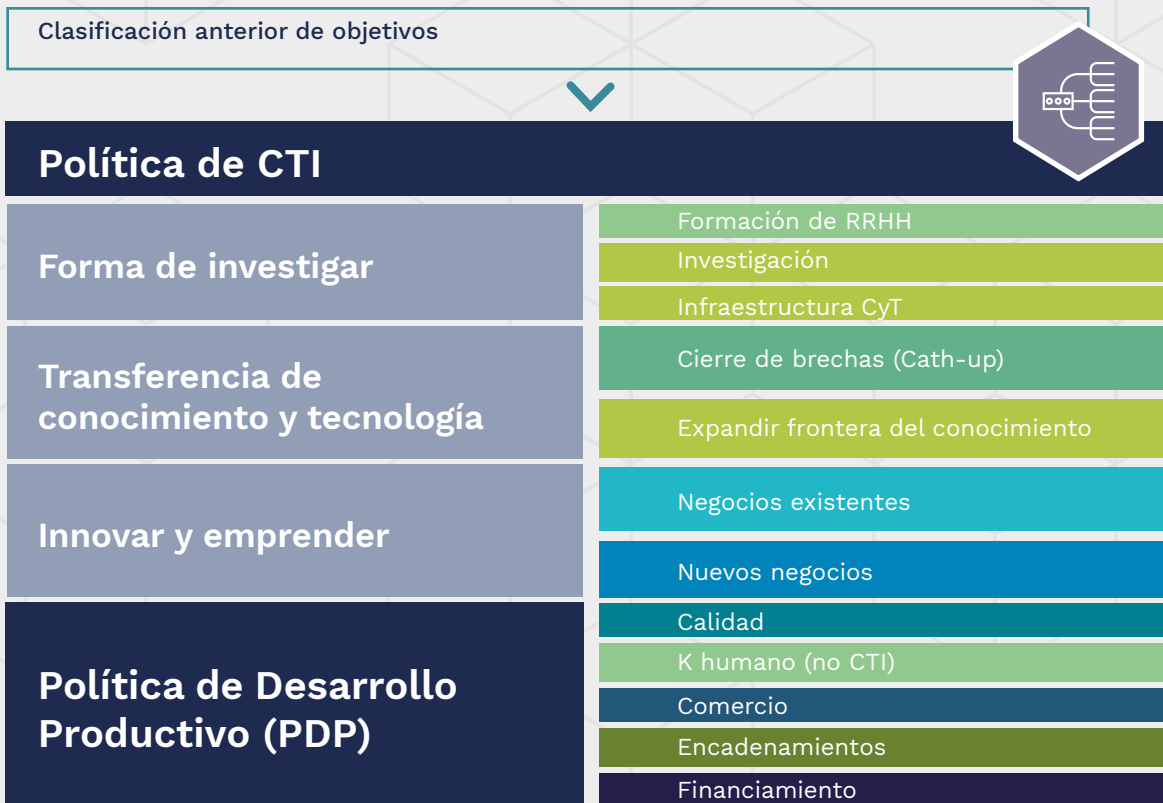
²⁸ Los objetivos de innovación y emprendimiento están tanto en el CONPES 3866 de la PDP como en el borrador de CONPES de CTI; sin embargo, en la matriz de DNP & DAPRE (2019) únicamente aparecían como objetivos de CTI para evitar duplicidades.

Ilustración 22.

Correspondencia entre las clasificaciones de objetivos de políticas de CTI.

*Innovación y emprendimiento se repiten también en la PDP, pero en la matriz de DNP & DAPRE (2019) sólo aparecían reportados como objetivos de CTI para evitar duplicidades.

Fuente: elaboración propia con base en DNP & DAPRE (2019).





Las definiciones de los objetivos utilizadas en este trabajo fueron:

1. Innovación

El concepto de innovación del borrador de CONPES de CTI (p. 87) sigue aquel del Manual de Oslo, en el que una innovación “es la introducción de un nuevo, o significativamente mejorado, producto (bien o servicio), de un proceso, de un nuevo método de comercialización o de un nuevo método organizativo, en las prácticas de la empresa, la organización del lugar de trabajo o las relaciones exteriores”.

Este documento sigue esta misma definición, de manera que todos los instrumentos que se analizan a continuación promovían, de alguna manera, la creación y/o mejora de productos, procesos, métodos de comercialización y métodos organizativos por parte de las empresas beneficiarias.

2. Emprendimiento

Tanto en el CONPES 3866 de la PDP como en el borrador de CONPES de CTI, se menciona la promoción del emprendimiento como una de las líneas estratégicas más importantes, pero no ofrecen una definición o marco conceptual para abordarlo²⁹. La definición de emprendimiento no es trivial y es importante a la hora de relacionar dicho concepto con el de innovación: existen diferentes definiciones de emprendimiento y

no todas implican innovación (Johnson, 2001; Brem, 2011).

En este trabajo, se entiende al emprendimiento como un proceso mediante el cual los individuos buscan y aprovechan oportunidades más allá de los recursos que tienen a su disposición. Los emprendedores llevan a cabo una idea buscando recursos y combinándolos para crear bienes o servicios que generan valor, lo cual usualmente implica la creación de una nueva organización o empresa propia (Johnson, 2001; Brem, 2011).

Así, asignamos este objetivo a cualquier instrumento que promoviera el establecimiento de empresas por parte de personas naturales. Esta definición incluye los instrumentos destinados a promover el intraemprendimiento corporativo. Este concepto hace referencia al establecimiento de una cultura de innovación al interior de las organizaciones para promover la generación de ideas con potencial de traducirse en innovaciones. La efectiva ejecución de tales ideas puede implicar la creación de una nueva empresa dinámica o con alto potencial de crecimiento. Las empresas, en especial las grandes corporaciones con una trayectoria en innovación pueden decidir entre varias opciones orgánicas para llevar a cabo sus proyectos de innovación internos: desde una unidad de negocio ya existente, creando

.....
²⁹. Al momento de la realización de este estudio, aún no se contaba con un borrador del CONPES 4011 de Política Nacional de Emprendimiento, que fue aprobado el 30 de noviembre de 2020.

una nueva unidad, conformando equipos con personal de diferentes áreas, o creando una nueva empresa con razón social diferente a la ‘empresa madre’. Usualmente la creación de tales empresas spin-off responde a decisiones estratégicas de diversificación del riesgo, consecución de recursos, estructura y cultura organizacional por parte de la empresa madre (Brem, 2011). Por ello, este tipo de proyectos que se traducen en emprendimientos dinámicos están incluidos dentro del objetivo de emprendimiento.

3. Transferencia de conocimiento y tecnología (TCT)

El borrador de Política de CTI aborda a la TCT como el conjunto de actividades “realizadas por organizaciones de manera individual y agregada para el desarrollo y la difusión de nuevas tecnologías e innovaciones” (p. 104). Luego, distingue dos tipos de TCT, una relacionada con un catch-up de elevar la productividad hasta llevar a las firmas a la frontera de producción mediante tecnologías ya existentes y probadas, y otra relacionada con la expansión de la frontera del conocimiento a través de la acumulación y creación de conocimiento.

Este trabajo toma el primer tipo de TCT; es decir, la absorción de conocimiento por parte de las firmas para acercarlas a la frontera de producción; de hecho, según el CONPES 3866, las líneas de acción de TCT de la PDP están orientadas hacia “acciones para elevar la productividad de

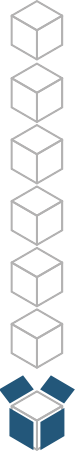
las unidades productoras con base en el aprovechamiento de conocimiento y tecnologías existentes” (p. 69).

Así, siguiendo esta definición, dentro del objetivo de TCT quedaron incluidos instrumentos relacionados con la asistencia técnica—por ejemplo, consultorías para evaluar el estado tecnológico de una empresa y proponer planes de mejoramiento, o consultorías para implementar nuevos procesos o nuevas tecnologías—y con la transformación digital dentro de las empresas.

4. Investigación

Según el borrador de Política de CTI, la investigación tiene la función de “expandir y acompañar los avances en la frontera del conocimiento” y de mejorar las “capacidades de diferentes actores que participan en el proceso de innovación: investigadores, centros de investigación, universidades, empresas y en general la aplicación de este conocimiento en nuevos productos y servicios dentro del sector productivo” (p.103).

Nótese que esta definición menciona la expansión de la frontera del conocimiento como el fin de la investigación, de ahí que haya sido separada de la TCT. Si bien una de las principales razones por la cual las firmas invierten en I+D es para mejorar sus capacidades de absorción de conocimiento y así mantenerse al día en cuanto a los últimos avances científico-tecnológicos y en ese sentido podría relacionarse con la TCT, la anterior definición de



investigación no hace referencia a absorber conocimiento al interior de las empresas; hace referencia a la generación de conocimiento por las empresas mismas o por instituciones generadoras de conocimiento (IGC) tales como universidades, centros de investigación y otras.

Dentro de este objetivo se asignaron instrumentos direccionados hacia el (co)financiamiento o promoción de proyectos de I+D en empresas, bien sea por sí mismas o en alianza con IGC.

5. Formación de capital humano

En el borrador de CONPES de CTI, el capital humano sigue la definición de la OCDE de que este es “la mezcla de aptitudes y habilidades innatas a las personas, así como la calificación y el aprendizaje que adquieren en la educación y la capacitación” (p. 84). Posteriormente, en sus líneas de política, el documento proponía incrementar el capital humano altamente calificado y dedicado a la investigación, desarrollo tecnológico e innovación, refiriéndose a la formación a nivel de maestrías y doctorados para su vinculación en actividades de ciencia, tecnología e innovación (ACTI).

De otro lado, el CONPES 3866 de la PDP establece la línea de capital humano pero direccionada hacia la formación técnica y tecnológica articulada con las necesidades de las empresas y de las apuestas pro-

ductivas regionales. El foco de esta estrategia no es formar profesionales de maestría y doctorado para vincular en ACTI, sino mejorar las habilidades blandas y técnicas pertinentes para el sector productivo; en otras palabras, es una formación para el trabajo.

La diferencia entre estos dos tipos de formación de capital humano era explícita en la matriz de instrumentos de DNP (2018), en la que se separaba el capital humano para la CTI del que no era para ello. En el presente análisis, se unen ambos tipos de formación bajo el mismo objetivo. También se incluyen, aquellos instrumentos que brindarían formación a través de capacitaciones puntuales que no necesariamente derivarían en algún título o certificado.

6. Calidad

En el CONPES 3866 de la PDP (p. 86), la línea de acción de ‘calidad’ se refiere al desarrollo de la oferta y demanda de servicios de acreditación, certificación, normalización, y metrología en el país. Su propósito es desarrollar una infraestructura de la calidad en el país que permita contar con laboratorios, ensayos, mediciones y normas técnicas suficientes para cumplir con los requisitos de admisibilidad en mercados extranjeros, mejorar la protección al consumidor y que sirva como apoyo a las actividades de innovación en las empresas.

Varios de los instrumentos en la matriz del DNP (2018) reportan estar dirigidos hacia el objetivo de

‘calidad’ por el hecho de que su propósito es el mejoramiento técnico o mejoramiento de la calidad de los productos de las empresas. Ahora bien, estos instrumentos no corresponden como tal al objetivo de fortalecer la infraestructura de la calidad. El mejoramiento técnico de los productos, e inclusive la ejecución de proyectos de investigación y desarrollo, requiere de tales servicios; sin embargo, un instrumento que promueva el mejoramiento de productos no está explícita ni directamente promoviendo la infraestructura de la calidad.

Por ello, se dejó de reportar ‘calidad’ como uno de los objetivos de aquellos instrumentos cuya descripción no tenía un propósito explícito de desarrollar la oferta y demanda de la infraestructura para la calidad en el país.

7. Clústeres y encadenamientos

La línea de acción referente a encadenamientos productivos en el CONPES 3866 de la PDP señala que se implementará un “programa de servicios de emparejamiento para la facilitación de la inserción de proveedores colombianos en cadenas globales, regionales y locales de valor” (p. 83). Busca responder a las fallas de información y de coordinación entre proveedores y compradores nacionales e internacionales y de esa manera conectar la oferta y demanda de insumos y bienes. En este trabajo seguimos esa misma definición de dicha línea de encadenamientos productivos.

En adición, el título de este objetivo contiene la palabra ‘clústeres’. Son pocas las referencias a la palabra ‘clúster’ en la PDP y en el borrador de CONPES de CTI, y de hecho no hay ninguna línea de acción explícita en esta materia. En el borrador de la política de CTI se define, citando a Michael Porter, que un clúster es una “concentración de empresas relacionadas entre sí, en una zona geográfica relativamente definida, de modo de conformar en sí misma un polo productivo especializado con ventajas competitivas” (p. 84). Para este objetivo, este trabajo sigue esta definición e incluimos en él a aquellos instrumentos direccionados hacia apoyar iniciativas clúster, aglomeraciones, y el desarrollo de sectores específicos.

8. Comercialización

EEL CONPES 3866 de la PDP establece una línea de acción en materia de comercio exterior con el fin de promover las exportaciones. Propone generar instrumentos de promoción de las exportaciones para “apoyar la permanencia de unidades productoras que son pioneras en exportaciones e incentivarlas a incursionar en nuevos mercados y productos” (p. 89). Adicionalmente, propone racionalizar las medidas no arancelarias (MNA), promover instrumentos de facilitación del comercio a través de la racionalización de trámites, y proveer información sobre acceso a mercados.

Como está planteado en la PDP, este objetivo tiene un corte hacia el comercio internacional; sin embargo, para este análisis se extendió el alcance



hacia el comercio interno también. Varios de los instrumentos revisados tienen como propósito facilitar la comercialización de productos en mercados locales, en especial aquellos destinados a pequeños agricultores y microempresarios. Si bien el crecimiento de las exportaciones es prioritario para la sofisticación y diversificación del aparato productivo del país, la comercialización interna también es un aspecto importante a la hora de promover la innovación en empresas del país, en especial de emprendimientos y microempresas.

9. Financiamiento

El CONPES 3866 de la PDP establece, en la línea de acción de financiamiento, la “profundización en mecanismos de apoyo financiero a la innovación y el emprendimiento” (p. 79). Señala que en esta línea de acción se han de llevar a cabo acciones relacionadas con la promoción, facilitamiento y fortalecimiento de instrumentos de financiamiento para la innovación y el emprendimiento, incluyendo el trabajo conjunto entre entidades financieras privadas y agentes expertos en estos temas. Más aún, “su finalidad es reducir las asimetrías de información entre el emprendedor y el inversionista, así como mitigar el riesgo que el mercado financiero suele percibir en los proyectos de innovación y emprendimiento.” (p. 79).

Entonces, este objetivo está direccionado hacia desarrollar más a fondo los mercados financieros para el financiamiento de actividades de innovación y hacia facilitar que las

firmas puedan acceder a éstos. Así, los instrumentos asociados a este objetivo promueven nuevas líneas de crédito, fondos de inversión privados y/o públicos, y capital de riesgo para la innovación, facilitan el acceso a los ya existentes, o mejoran las condiciones institucionales del mercado financiero para la innovación.

En este sentido, el hecho de que un instrumento cofinancie proyectos otorgue beneficios tributarios o exija contrapartida por parte de las empresas, no necesariamente implica que tenga como objetivo ‘financiamiento’. La razón es que el hecho de cofinanciar un proyecto bien sea a través de exenciones tributarias o de contrapartidas en dinero, no implica necesariamente una profundización de los instrumentos financieros, una reducción de las asimetrías entre emprendedores-inversionistas, o un mayor desarrollo del mercado financiero para el apoyo a la innovación. Si el hecho de otorgar recursos se asociara a este, todos los instrumentos del gobierno corresponderían a este objetivo puesto que otorgan recursos de alguna manera, en especie o dinero y a través de exenciones, contrapartidas o subsidios directos. Esta aclaración es relevante ya que varios de los instrumentos autorreportados en la matriz del DNP declaraban tener como objetivo ‘financiamiento’ sin tener relación alguna con instrumentos financieros, sino que otorgaban recursos de alguna manera. En esos casos, se realizó el ajuste para señalar que no tenían financiamiento como uno de sus objetivos, sino otro de los listados atrás.

