



**Universidad Nacional de Costa Rica**

**Facultad de Ciencias Sociales**

**Escuela de Economía**

**“Análisis de brechas entre oferta y demanda de capital humano para zonas francas en Costa Rica. Estimación para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023”**

**Tesis de grado**

**Sustentantes:**

**Camilo Santa Cruz Camacho**

**Brayan Gabriel Delgado Chaves**

**Campus Omar Dengo, Heredia**

**Julio, 2022**



**Universidad Nacional de Costa Rica**

**Facultad de Ciencias Sociales**

**Escuela de Economía**

**“Análisis de brechas entre oferta y demanda de capital humano para zonas francas en Costa Rica. Estimación para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023”**

**Tesis de grado**

**Trabajo Final de Graduación sometido a consideración del Tribunal Examinador para optar por el grado de Licenciatura en Economía**

**Sustentantes:**

**Camilo Santa Cruz Camacho**

**Brayan Gabriel Delgado Chaves**

**Campus Omar Dengo, Heredia**

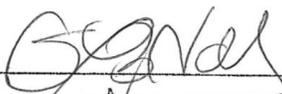
**Julio, 2022**

Hojas con firmas de miembros del Tribunal Examinador

---

Ph.D. Olman Segura Bonilla

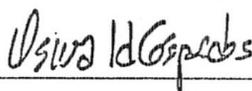
Representante de la decana, facultada de Ciencias Sociales



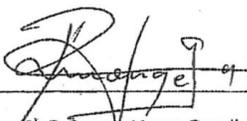
Dra Shirley Benavides Vindas, Directora de la Escuela de Economía



M.Sc. José Francisco Pacheco, Tutor



Ph.D. Oswald Céspedes Torres, Lector



Ph.D. Ricardo Monge González, Lector

---

**Campus Omar Dengo, Heredia**

**Julio, 2022**

Camilo Santa Cruz

Camilo Santa Cruz Camacho, Sustentante

Bryan Delgado Linares

Brayan Gabriel Delgado Chaves, Sustentante

---

**Campus Omar Dengo, Heredia  
Julio, 2022.**

## Carta de revisión filológica

San José, 1 de marzo de 2022

Señores(as):

Universidad Nacional de Costa Rica

Estimados señores(as):

Yo, María Fernanda Sanabria Coto, cédula de identidad 114290780, bachiller en Filología española graduada en la Universidad de Costa Rica, perteneciente a la Asociación Costarricense de Filólogos (ACFIL), carné 225 y al Colegio de Licenciados y Profesores en Letras, Filosofía, Ciencias y Artes de Costa Rica (COLYPRO), código 75402, hago constar que he revisado el documento titulado:

**Análisis de brechas entre oferta y demanda de capital humano para zonas francas en Costa Rica. Estimación para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023**

Dicho documento fue elaborado por Camilo Santa Cruz Camacho, cédula de identidad 116190141 y Brayan Gabriel Delgado Chaves, cédula de identidad 207780149, con el fin de optar al grado de Licenciatura en Economía. He revisado y corregido aspectos tales como construcción de párrafos, vicios del lenguaje trasladados a lo escrito, ortografía, puntuación y otros relacionados con el campo filológico.

Atentamente,

*Fernanda S. Coto.*



María Fernanda Sanabria Coto  
Asociación Costarricense de Filólogos. Carné nro. 225  
Colypro. Código 75402  
fernanda.sanabria@filologos.cr  
Teléfono: +506 6022 9569

MARIA  
FERNANDA  
SANABRIA  
COTO (FIRMA)

Firmado digitalmente por MARIA  
FERNANDA SANABRIA COTO  
(FIRMA)  
Motivo: Carta de revisión filológica  
Fecha: 2022.03.01 10:58:25 -06'00'

## Índice de contenido

Hoja del Tribunal Examinador .....	iii
Carta de revisión filológica .....	iii
Índice de cuadros .....	ix
Índice de gráficos .....	xi
Índice de figuras .....	xiii
Lista de siglas y acrónimos .....	xiv
Dedicatoria .....	xv
Introducción .....	1
Capítulo 1. Generalidades de la investigación .....	4
1.1. Antecedentes .....	4
1.1.1. Estado de conocimiento de la brecha .....	10
1.1.2. Estudios nacionales sobre brechas entre oferta y demanda en sectores de alta tecnología en Costa Rica .....	12
1.1.3. Estudios internacionales sobre brechas entre oferta y demanda en sectores de alta tecnología.....	14
1.1.4. Vistazo general a la educación superior.....	16
1.1.5. Capacidad ingenieril de Costa Rica con respecto a otros países .....	17
1.1.6. Demanda de alta calificación .....	17
1.2. Justificación y planteamiento del problema .....	19
1.2.1 Planteamiento del problema.....	20
1.2.2. Delimitación espaciotemporal .....	22
1.2.3. Relevancia de la investigación.....	22
1.2.4. Pertinencia de la investigación.....	22
1.2.5. Relación con el desarrollo .....	22
1.2.6. Pregunta problema de la investigación.....	23
1.3. Objetivos de la investigación.....	24
1.3.1. Objetivo general.....	24

1.3.2. Objetivos específicos.....	24
Capítulo 2. Marco teórico .....	25
2.1. Capital humano en el crecimiento económico y el desarrollo .....	26
2.1.1. Capacidades ingenieriles y los ODS .....	29
2.2. Revoluciones Tecnológicas y paradigma tecno-económico .....	30
2.2.1. Sociedad de la información y economía del conocimiento.....	32
2.2.2. Capacidades tecnológicas .....	33
2.2.3. La importancia de la tecnología .....	35
2.3. La Inversión Extranjera Directa .....	35
2.3.1. Los determinantes de la Inversión Extranjera Directa .....	36
2.3.2. Desbordes de conocimiento y transferencia tecnológica .....	37
2.3.3. Contribuciones de la IED a la economía receptora: crecimiento, reducción de pobreza e inequidad .....	38
2.3.4. Empresas multinacionales de alta tecnología y sus operaciones.....	38
2.4. Caracterización de operaciones en función de la intensidad del conocimiento requerido .....	39
2.4.1. El enfoque de clústeres: clústeres industrial y ocupacional.....	42
2.5. Las brechas en economía .....	43
2.5.1. Brechas laborales y educativas .....	44
2.5.2. Consecuencias de las brechas laborales.....	44
2.5.3. La brecha en productividad e innovación .....	45
2.5.4. Medición de la brecha.....	46
2.5.5. Cantidades socialmente óptimas de Ingeniería, Ciencia y Tecnología.....	47
2.6. Eficiencia en la asignación en educación.....	47
Capítulo 3. Marco metodológico.....	49
3.1. Enfoque de investigación .....	49
3.2. Tipo de investigación.....	49
3.3. Universo de la investigación.....	50
3.3.1. Sujetos y fuentes de información.....	50

Sujetos y fuentes de información de la demanda de Capital Humano .....	50
Sujetos y fuentes de información de la Oferta de Capital Humano .....	50
Sujetos y fuentes de información de la brecha de Capital Humano.....	50
3.3.2. Muestra, conjunto investigado u otros .....	51
Muestra compilada para la estimación de la demanda de Capital Humano .....	51
Categoría de operaciones.....	51
Caracterización del grado académico requerido .....	52
Formación académica requerida.....	52
Escenarios .....	55
Muestra compilada para la estimación de la oferta de Capital Humano .....	56
Problemáticas en la cuantificación de la oferta país de Capital Humano.....	56
Formaciones profesionales que no presentan problemática en la contabilización de la oferta país .....	57
Formaciones profesionales en las que se selecciona a bachilleres o licenciados.....	57
Muestra compilada para la estimación de la brecha de Capital Humano .....	60
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación.....	60
Técnicas e instrumentos de investigación para la estimación de la demanda de Capital Humano.....	60
Técnicas e instrumentos de investigación para la estimación de la oferta país de Capital Humano.....	60
Recolección de la oferta país.....	61
Pronóstico de la oferta país.....	61
Método de medias móviles unilaterales .....	61
Técnicas e instrumentos la estimación de la brecha de Capital Humano .....	62
Pasos en la estimación de la brecha.....	62
Demanda efectiva de profesionales en zona franca.....	62
Ritmo de aceleración del empleo demandado efectivo.....	63
Indicadores para la caracterización de la magnitud de las brechas .....	63
3.5. Alcances y limitaciones .....	65
3.6 Matriz metodológica: Definición conceptual y operacional de las variables .....	67
Capítulo 4. Resultados.....	72
4.1. Demanda de Capital Humano .....	72

4.1.1. Significancia de la muestra en el total del empleo general y profesional.....	72
4.1.2. Cantidad de empresas en la muestra sobre el total del parque empresarial de zona franca .....	72
4.1.3. Distribución de la muestra por grado académico .....	72
4.1.4. Distribución por área de operaciones de los puestos de trabajo demandados.....	73
4.1.5. Escenarios de la composición de la demanda .....	75
4.1.6. Escenario de conglomerado profesional - ocupacional (clúster) .....	77
4.2. Oferta país de Capital Humano .....	78
4.3. Medición de la brecha de Capital Humano .....	80
4.3.1. Ritmo de aceleración de la demanda efectiva de empleo en zona franca.....	80
4.3.2. Empleo profesional en zona franca.....	81
4.3.3. Tasas de aceleración de la demanda de empleo profesional.....	83
4.3.3.1. Elasticidad exportaciones – empleo en zona franca.....	84
4.4. Evaluación de brechas.....	86
4.4.1. Computación .....	87
4.4.2. Ingeniería Industrial .....	88
4.4.3. Calidad, manufactura y materiales .....	89
4.4.3.1. Ingeniería en calidad .....	90
4.4.3.2. Ingeniería en Producción Industrial.....	92
4.4.4. Mecatrónica y aeroespacial .....	93
4.4.5. Economía y exactas cuantitativas .....	94
4.4.5.1. Economía.....	94
4.4.5.2. Estadística.....	95
4.4.5.3. Matemática .....	96
4.4.5.4. Ciencias actuariales .....	97
4.4.5.5. Física.....	98
4.4.6. Biociencias y bioingenierías .....	99
4.4.6.1. Biotecnología.....	99
4.4.7. Química: Ingeniería química, química pura e industrial.....	100
4.4.8. Electroingenierías.....	101

4.4.9. Negocios.....	102
4.5. Brecha absoluta acumulada .....	102
4.5.1. Brechas acumuladas clústeres 2017 – 2023 (siguiendo enfoque UK).....	106
4.5.2. Brechas acumuladas: clústeres .....	106
Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones.....	110
Referencias.....	116
Apéndice A. Cuadros, gráficos y ecuaciones complementarias .....	123

## Índice de cuadros

Cuadro 1 Costa Rica: Estimación de la oferta país elaborada por Céspedes y González en 2002	13
Cuadro 2 Estimación de la demanda en EMATS elaborada por Céspedes y González en 2002 ...	13
Cuadro 3 Países latinoamericanos miembros de la OCDE: Media de ingenieros por cada 100 profesionales, 2001-2019.....	17
Cuadro 4 Costa Rica y países asiáticos de industrialización exitosa: Media de ingenieros por cada 100 profesionales, 2001-2019.....	17
Cuadro 5 Costa Rica: Las 10 formaciones profesionales y técnicas más demandadas en el sector servicios y sector manufactura, 2019.....	18
Cuadro 6 Dicotomías producidas por las difusiones tecnológicas, a nivel nacional, regional e industrial. ....	32
Cuadro 7 Las 5 revoluciones tecnológicas, 1771-1971.....	32
Cuadro 8 Estructura de la demanda.....	52
Cuadro 9 Criterios de asignación de la formación profesional.....	54
Cuadro 10 Criterios de elección de los escenarios. ....	55
Cuadro 11 Ejemplo de sistematización de los puestos de trabajo demandados .....	56
Cuadro 12 Matriz metodológica: Definición conceptual y operacional de las variables.....	67
Cuadro 13 Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda por grado académico, 2020. ....	73
Cuadro 14 Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda por área de operaciones, 2020. ....	74
Cuadro 15 Zonas Francas de Costa Rica: Peso relativo de las formaciones profesionales en cada escenario, 2020. ....	76
Cuadro 16 Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda en escenario de clústeres, 2020. ....	78
Cuadro 17 Costa Rica: Oferta país promedio de profesionales demandados en empresas de zona franca, 2014-2018. ....	79
Cuadro 18 Costa Rica: Peso de los sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida en el empleo total en zona franca, 2016-2019. ....	82

Cuadro 19 Costa Rica: Empleo total en zona franca por sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida, 2016-2019.....	82
Cuadro 20 Costa Rica: Peso de los sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida en el empleo profesional en zona franca, 2016-2019.....	82
Cuadro 21 Costa Rica: Tasa de variación real del empleo profesional, 2016-2017 .....	83
Cuadro 22 Costa Rica: Ritmo de crecimiento de la demanda efectiva de profesionales (O=D), según las tasas de crecimiento estimadas, 2017-2023.....	86
Cuadro 23 Brecha absoluta acumulada 2017-2023 .....	104
Cuadro 24 Brecha absoluta acumulada en escenario de ingeniería 2017-2023 .....	105
Cuadro 25 Brecha absoluta en escenario de operaciones 2017 - 2023 .....	105
Cuadro 26 Brecha absoluta acumulada en escenario de clústeres 2017 - 2023 .....	107

## Índice de gráficos

Gráfico 1 Costa Rica: Diferencial entre salario promedio en las zonas francas y salarios nacionales en miles de dólares, 2011-2015. ....	5
Gráfico 2 Costa Rica: Comparativo entre tasas de crecimiento de la productividad del Régimen de Zonas Francas y el resto de la economía interna, 1990-2015. ....	5
Gráfico 3 Costa Rica: Formación profesional en 8 grandes áreas, por porcentaje, 1990-2000 y 2001-2017. ....	16
Gráfico 4 Costa Rica: Ritmo de crecimiento del empleo en zona franca (oferta = demanda), 1998-2019. ....	81
Gráfico 5 Elasticidad Producción – Empleo en zonas francas, 1998-2019. ....	85
Gráfico 6 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Computación, 2017-2023. ....	87
Gráfico 7 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería Industrial, en escenario de ingeniería, 2017-2023. ....	89
Gráfico 8 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Materiales, en escenario en materiales, 2017-2023. ....	90
Gráfico 9 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Materiales, en escenario de operaciones, 2017-2023. ....	91
Gráfico 10 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Producción, en escenario de operaciones, 2017-2023. ....	92
Gráfico 11 Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería Mecatrónica, en escenario de operaciones, 2017-2023. ....	94
Gráfico 12 Costa Rica: Demanda relativa en economía, 2017-2023. ....	95
Gráfico 13 Costa Rica: Demanda relativa en Estadística, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023. ....	96
Gráfico 14 Costa Rica: Demanda relativa en Matemática, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023. ....	97
Gráfico 15 Costa Rica: Demanda relativa en Ciencias Actuariales, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023. ....	98
Gráfico 16 Costa Rica: Demanda relativa de Ingeniería en Biotecnología, en escenario de operaciones, 2017-2023. ....	100

Gráfico 17 Costa Rica: Demanda relativa de Ingeniería Química, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023. ....	101
Gráfico 18 Costa Rica: Brecha relativa acumulada para clústeres de negocios, industrial, economía y exactas cuantitativas, calidad manufactura y materiales. 2017-2023 .....	108
Gráfico 19 Costa Rica: Brecha relativa acumulada para clústeres de electroingenierías, mecatrónica y aeroespacial, marketing, bioingenierías y biociencias, química, salud y seguridad ocupacional. 2017-2023 .....	109

## Índice de figuras

Figura 1 Capacidades de absorción de conocimiento de una nación, región o industria por intensidad en conocimiento.....	35
---	----

## Lista de siglas y acrónimos

- BPO:** Business Process Outsourcing
- BID:** Banco Interamericano de Desarrollo
- EBC:** Economía Basada en el Conocimiento
- EMATS:** Empresas Multinacionales de Alta Tecnología
- CAEL:** Council for Adult and Experiential Learning
- CINDE:** Coalición Costarricense de Iniciativas en Desarrollo
- CJF:** CINDE JOB Fair
- CJL:** CINDE Job Link
- IED:** Inversión Extranjera Directa
- ITO:** Information Technology Outsourcing
- I+D:** Investigación y Desarrollo
- ICYT:** Ingeniería, Ciencia y Tecnología
- KIS:** Knowledge Intensive Services
- KPO:** Knowledge Process Outsourcing
- MCO:** Mínimos Cuadrados Ordinarios
- ODS:** Objetivos de Desarrollo Sostenible
- PNUD:** Programa de las Naciones Unidas Para el Desarrollo
- RAEUK:** Royal Academy of Engineering United Kingdom
- SCM:** Supply Chain Management
- SET:** Science, Engineering and Technology
- STEM:** Science, Technology, Engineering and Mathematics

## Dedicatoria

*A mi mamá, Tatiana y a mis abuelos, Roberto y Felicia, por su amor y apoyo incondicional durante mi vida en general y en mi etapa como estudiante en particular.*

*A la profesora Tatiana Vargas por fomentar el sentido crítico pero también propositivo sobre las problemáticas relacionadas con el desarrollo del país y por motivarme a hacer de este estudio mi tesis de licenciatura. Asimismo, agradezco don Oswald Céspedes Torres por mostrarse siempre dispuesto a colaborar con el proyecto desde el primer momento y por sus valiosos comentarios, a don Ricardo Monge González y a don José Francisco Pacheco, por sus valiosos comentarios y crítica constructiva sobre el presente estudio. De igual forma, agradezco a don Olmán Madrigal por facilitarnos los datos para poder realizar la contabilización y estimación de la oferta país.*

*También quiero agradecer a todos aquellos amigos y profesores con los que coincidí en mi época como estudiante, especialmente a los politólogos Fabian Salas y José David Mora, por siempre brindarme nociones alternativas al pensamiento económico tradicional y al ex activista estudiantil, Luis Fernando Vargas. Finalmente agradezco a todos los profesores que colaboraron en mayor o menor medida con la calibración y mejora del presente estudio.*

Camilo.

*Primeramente, a Dios y a mis padres, Dunia y Oscar, quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más; gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre.*

*Mi hermano Oscar, por su apoyo incondicional. A toda mi familia, porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y, de una u otra forma, me acompañan en todos mis sueños y metas.*

*Agradezco las enseñanzas brindadas por todos y cada uno de mis profesores a lo largo de este proceso. De todos me llevo algo muy especial.*

*Finalmente, quiero dedicar esta tesis a todas las personas que han estado junto a mí desde el comienzo de este camino tan hermoso del aprendizaje, por apoyarme y por extender su mano en momentos difíciles, mil gracias.*

Brayan.

## Introducción

Costa Rica cierra los primeros 20 años del siglo XXI sin resolver problemáticas estructurales en su sistema educativo de formación profesional; condicionante que le ha impedido aprovechar de una manera más extendida los beneficios de la llegada explosiva de Inversión Extranjera Directa (IED) y con esta, una transformación productiva del entramado productivo que se traduzca en un desarrollo sustentable y sostenido en el largo plazo.

Mientras la configuración de las operaciones de la economía global ha sufrido cambios notables en su naturaleza y el modelo productivo por el que se apostó hace más de 30 años se ha basado, esencialmente, en la atracción de Inversión Extranjera Directa (IED) de alta tecnología y, a pesar de que investigadores e instituciones autorizadas han denunciado en los últimos 20 años la existencia de brechas entre las demandas laborales de las empresas de zona franca y la oferta país de profesionales, el país no ha sido capaz de realizar ajustes significativos en lo que respecta al desarrollo de niveles socialmente óptimos de un capital humano asociado con la ingeniería, la ciencia y la tecnología, que corresponda con las necesidades del segmento más dinámico de la economía interna.

La generación de una fuerza de trabajo de alta calificación en una cantidad adecuada y articulada con las demandas de las empresas de alta tecnología desempeña un rol medular y constituye una condición de primer orden para que la IED actúe como motor acelerador del cambio tecnológico de una nación y que un país sea capaz de traducir la llegada de flujos de capital exterior en un incremento de la productividad sistémica y un desarrollo económico sustentable. Si bien es cierto que el país reúne una serie de condiciones favorables que le han permitido atraer operaciones de la más alta calidad, que se ubican sobre la frontera tecnológica de producción, de manera sostenida, la subproducción de un *stock* óptimo de capital humano para laborar en zonas francas ha frenado la velocidad de transmisión y la magnitud de los beneficios que pueden generar las operaciones de alta tecnología en Costa Rica, concentradas esencialmente en las zonas francas del país.

Céspedes y González (2002), casi 20 años atrás, en el único estudio de brechas para empresas de alta tecnología del que se tiene constancia, ya denunciaban la falta de un vínculo estratégico entre la apuesta productiva del país y su oferta educativa; sin embargo, el país desde entonces no fue capaz de modificar de manera estructural la oferta profesional, alinearse con su esquema productivo y los procesos propios de una economía basada en el conocimiento.

Desde diversos centros de desarrollo científico del país, tanto investigadores académicos como instituciones autorizadas, así como a través de medios de comunicación, se ha denunciado de manera reiterada en los últimos 20 años que Costa Rica presenta una brecha en lo que respecta al recurso humano de alta calificación, entre lo que produce y lo que demandan las empresas de alta tecnología que operan en el país. Sin embargo, ya sea porque se trata de investigaciones rigurosas que tienen por objetivo central abordar otras problemáticas asociadas con el desarrollo del país o de noticias o artículos de opinión, de carácter exploratorio o apreciativo, no se cuenta con una medida exacta que cuantifique la magnitud de la brecha entre oferta y demanda; la cual

posibilite contar con una estimación efectiva de la cantidad de profesionales óptima que está requiriendo la nación y, de esta manera, orientar esfuerzos y recursos de una forma estratégica para ajustarse a los niveles requeridos y el cometido de dicho objetivo.

El presente estudio, por tanto, tiene como objetivo principal atender dicho vacío de conocimiento; es decir, la carencia de una estimación precisa que dé cuenta de los niveles requeridos de producción de profesionales que precisa desarrollar el país para acompañar el ritmo de crecimiento de las empresas de zona franca de Costa Rica. Para ello, se busca en un primer momento contestar las incógnitas: *¿cuál es la demanda de las empresas multinacionales de alta tecnología en el país?, ¿cuál es la oferta país para laborar en empresas multinacionales de alta tecnología?* y con ello, mediante un método de series de tiempo con elasticidades empleo-producción, poder estimar y contestar la incógnita: *¿existe una brecha?* Y en caso de existir: *¿de cuánto es la magnitud de la brecha entre los niveles y tipos de profesionales que está desarrollando el país y los que está precisando?*

A continuación, en un primer momento, se expone en el primer capítulo, la dinámica que caracteriza y diferencia a las zonas francas como sector moderno del entramado productivo interno, así como las deficiencias estructurales que arrastra el país, esencialmente en la formación de capital humano; condición que ha imposibilitado un vínculo más fuerte entre crecimiento y desarrollo a partir de la implementación del modelo de desarrollo hacia afuera. Asimismo, se exhibe el estado de conocimiento que se tiene sobre el grado de desarticulación entre lo que forma el país en capital humano y las necesidades de la nación, así como los abordajes teóricos y metodológicos de estudios de brechas en operaciones de alta tecnología y las lecciones aprendidas aplicables a Costa Rica.

De igual forma, se brinda información de carácter general sobre la formación profesional del país en los últimos 30 años, que denotan una sub-producción de profesionales en capacidades ingenieriles, científicas y tecnológicas a lo largo del tiempo, así como el estado de conocimiento de la demanda laboral de alta calificación.

En el segundo apartado, se trata la importancia de realizar dicha investigación, con el propósito de contar con estimaciones e información robusta, basada en la evidencia empírica, que permitan orientar la asignación de recursos dentro del sistema educativo de formación profesional público y privado, tanto por el lado de la oferta como por el de la demanda, hacia el desarrollo del tipo de profesionales y en la cantidad adecuada que requiere el sector más competitivo del país; a su vez, se exponen las incógnitas con respecto a la problemática y en el cuarto apartado, se desarrollan los objetivos de la investigación.

En el segundo capítulo, se incorporan las teorías que dan sustento al presente estudio. Se opta por un marco teórico-analítico multidimensional que incorpora diversas escuelas de pensamiento económico como la escuela de la innovación y el cambio técnico, el instrumental neoclásico Marshalliano, la escuela CEPALINA, el enfoque de la PNUD, de la importancia de los vínculos fuertes entre desarrollo y crecimiento, así como el enfoque desde los clústeres industriales y ocupacionales.

Posteriormente, se expone la metodología que permitirá estimar tanto la demanda de capital humano como la oferta país de alta calificación y con ello el insumo metodológico que permitirá capturar y evaluar la magnitud de la brecha entre oferta y demanda de personal de alta calificación para las empresas de zonas francas en el país.

Posterior a ello, se muestran los resultados con evidencia concluyente de que Costa Rica no está desarrollando una cantidad de profesionales socialmente óptima para las operaciones de alta tecnología, reflejando desajustes severos entre el sistema educativo y los procesos propios de una economía basada en el conocimiento. Se develan aquellas formaciones que el país está precisando, la cantidad de empleos que no se están generando y sus repercusiones en corto, mediano y largo plazo, así como los ajustes que Costa Rica precisa realizar en ciertas carreras y conglomerados de conocimiento asociados con la ingeniería, la ciencia y la tecnología, para adentrarse en una senda de productividad y crecimiento sostenido.

El estudio concluye con la propuesta de conclusiones y recomendaciones sustentadas en la evidencia empírica, bajo el propósito de que los tomadores de decisiones y el país en general logren realizar los ajustes requeridos para articular de una forma efectiva la formación de capital humano con el segmento más dinámico y productivo de la economía interna y con ello la transición hacia una economía moderna con progreso económico y de desarrollo sostenido.

## Capítulo 1. Generalidades de la investigación

### 1.1. Antecedentes

El cambio en la configuración de la estructura productiva interna de Costa Rica en los últimos 35 años es un hecho que se ha documentado de manera exhaustiva. El sistema productivo ha transitado de una matriz productiva compuesta, esencialmente, de productos agrícolas, los cuales se caracterizan por ser de bajo valor agregado; un trabajo poco calificado y niveles de precios relativos descendientes en el tiempo, hacia una economía moderna cada vez más basada en empleos calificados y de alto componente tecnológico, esto en gran parte gracias a su inserción en cadenas globales de alto valor agregado (Organización Internacional del Trabajo [OIT], 2003; Monge, 2017), Coalición Costarricense de Iniciativas de Desarrollo [CINDE], 2019a, Arias et al., 2011).

Esta transformación productiva fue posible, en gran medida, gracias a las políticas de atracción IED y estímulo a las exportaciones implementadas en la década de los 80 y principios de los 90. Dicha orientación, marcada de manera clara hacia el desarrollo del sector externo, ha presentado sus consecuencias en la dinámica social y económica en forma de una diversificación en la producción, generación de empleos de alta calidad, menor vulnerabilidad ante *shocks* externos, ratificada con el fenómeno de la crisis sanitaria COVID-19 y un dinamismo muy marcado, concentrado esencialmente en las zonas francas del país, presentándose, de esta manera, una asimetría productiva entre este sector y el resto del conjunto productivo del país.

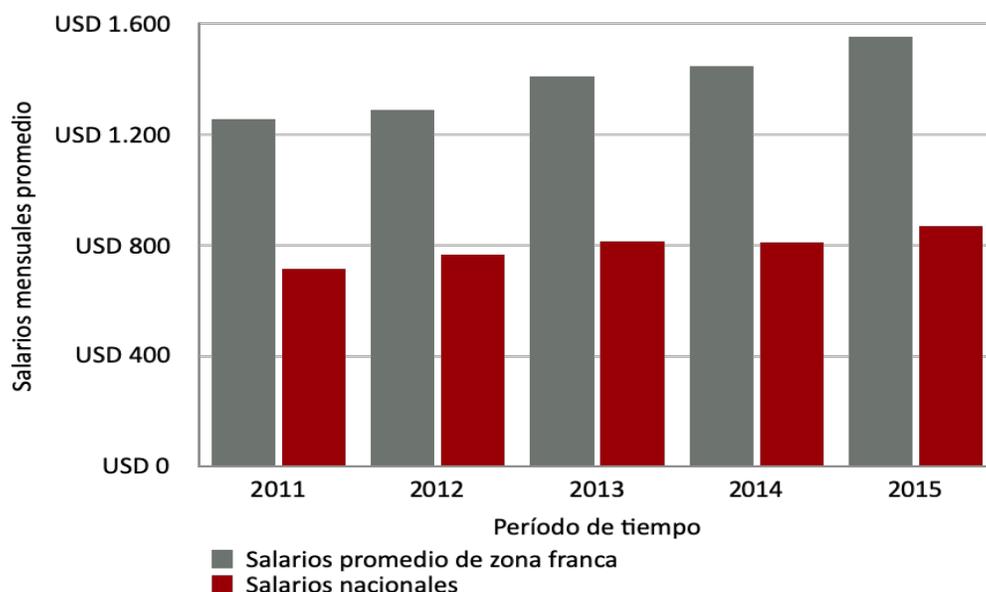
La economía costarricense presenta una dualidad productiva denominada frecuentemente como una dicotomía, entre la economía moderna y el resto del aparato productivo. Tal como lo destaca Estado de la Nación (2013) esta economía moderna, por un lado, se traduce en un sector muy dinámico (zonas francas) de gran nivel de productividad, una masa salarial creciente y en promedio casi dos veces el salario promedio del sector privado y, por otro lado, el resto de la economía.

De acuerdo con datos de la Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER, 2016), esta asimetría se observa en una contribución a las exportaciones y producto interno cada vez más alto, lo que complementa las aseveraciones de la CINDE (2019b) que resalta una tasa de aceleración del empleo en zona franca en la última década sobre el 12.4 % en contraposición con la realidad nacional, de un modesto 2 %.

En el gráfico 1, puede observarse el diferencial que se presenta entre el salario promedio de las zonas francas y el salario promedio del resto de la economía nacional; ello es un reflejo del estado dinámico de la producción en zonas francas con salarios crecientes en el tiempo; también una evidencia de disparidades en la distribución del ingreso, síntoma de una heterogeneidad productiva entre las zonas francas y su periferia. En el gráfico 2, se observa la tasa de crecimiento de la productividad del trabajo entre el Régimen de Zonas Francas y el resto de la economía nacional, lo que revela la gran disparidad entre el ritmo de crecimiento de un sector con respecto al otro.

### Gráfico 1

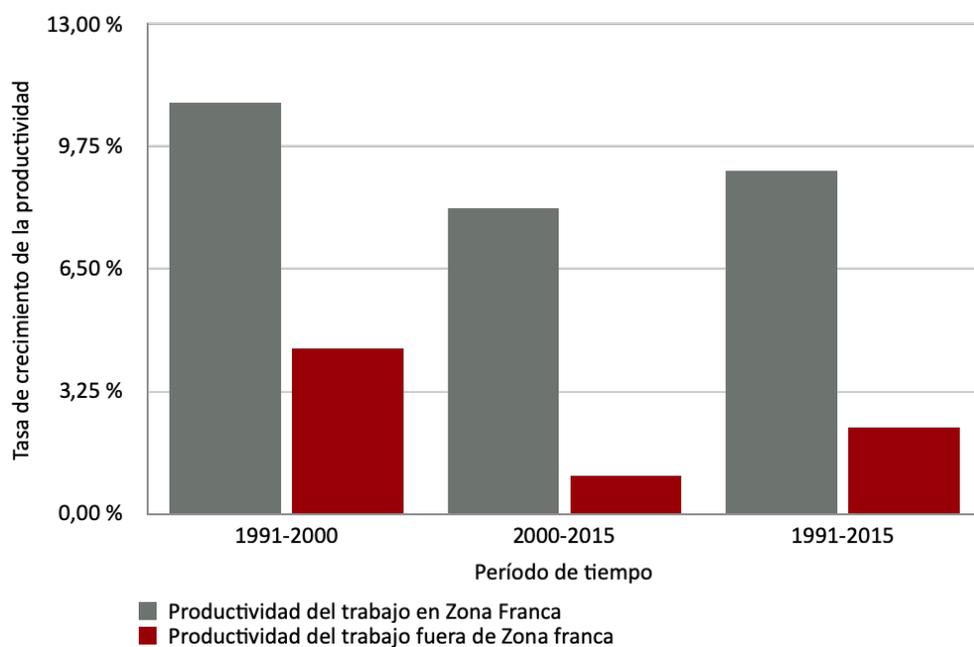
Costa Rica: Diferencial entre salario promedio en las zonas francas y salarios nacionales en miles de dólares, 2011-2015.



Fuente: adaptación de Balance de Zonas Francas: Beneficio neto del régimen para Costa Rica 2011-2015 por PROCOMER, 2016 (p.31).

### Gráfico 2

Costa Rica: Comparativo entre tasas de crecimiento de la productividad del Régimen de Zonas Francas y el resto de la economía interna, 1990-2015.



Fuente: adaptación de Balance de Zonas Francas: Beneficio neto del régimen para Costa Rica 2011-2015 por PROCOMER, 2016 (p.45)

Dichas disparidades evidencian la problemática que arrastra el país, con dinámicas productivas muy heterogéneas, lo que ha dado pie a cuestionarse cómo puede trasladarse ese dinamismo al resto del tejido productivo interno y las razones del por qué Costa Rica no ha sido capaz de traducir la llegada de IED en un crecimiento sostenido de la productividad y el progreso económico.

Una importante cuota de dicha condición se explica en que el país no ha presentado una articulación estratégica entre las industrias de elevada sofisticación tecnológica, por las que apostó atraer y las asignaciones de recursos, esencialmente aquellos dirigidos a la educación superior y con estos, la capacidad de desarrollar niveles adecuados de capital humano acordes con las operaciones de alta tecnología y el despliegue de sus actividades.

Si bien el país, con la implementación de un modelo de promoción de exportaciones, ha sido capaz de atraer IED de alta calidad en forma sostenida; dicha implementación no ha venido acompañada de políticas, medidas y asignaciones estratégicas a nivel de formación de un capital humano que potenciara la capacidad que tiene esta IED de alta tecnología para acelerar el cambio tecnológico y con este generar un incremento sistémico en la productividad total de los factores que dé como resultado un crecimiento sustentable a largo plazo en una nación.

Es evidente, por un lado, que el modelo de atracción de IED vía zonas francas presenta una serie de contradicciones, como lo mencionan Arias et al. (2011), Paus (2005) y Culler (citado por Martínez y Hernández, 2012) en forma de una carga tributaria muy baja de las empresas más dinámicas de la economía del país, también frecuentemente denominado brecha fiscal; hecho que condiciona la capacidad de actuación pública, por ejemplo, para el desarrollo de infraestructura pública para la expansión del régimen en el país más allá del Gran Área Metropolitana (GAM). Es decir, las empresas más dinámicas del país requieren de una serie de condiciones, en forma de presiones sobre las finanzas públicas, pero no contribuyen proporcionalmente con transferencias fiscales; esta condición convierte en aún más indispensable que los mecanismos sobre los que sí ha tenido el país capacidad de actuación, como lo es la educación, se asignen de una manera óptima, pues de estas asignaciones depende la magnitud, dirección y velocidad de arrastre del dinamismo de las operaciones de alta tecnología al resto del tejido productivo.

Con esto, existe evidencia comprobada de que el patrón predominante de desarrollo por el que ha apostado Costa Rica presenta una serie tanto de beneficios que han sido aprovechados por una parte de la sociedad como de carencias que no han sido estratégicamente abordadas; los que confluyen en que estos no hayan sido maximizados y absorbidos de manera generalizada en el país. Además, que la nación no haya experimentado una modernización estructural extendida de su aparato productivo; en los que, como se evidencia más adelante, el recurso humano juega un rol medular, transversal, en los procesos de absorción de beneficios de las operaciones de alta tecnología en el país.

En el balance de zonas francas de PROCOMER (2016), por ejemplo, se exhibe la dualidad que presenta la dinámica económica dentro de las zonas francas y fuera de ellas; a través de un modelo econométrico planteado por Warr (1989, citado por PROCOMER, 2016), se identifican

grandes diferencias en la tasa de crecimiento de la productividad y los salarios de la zona franca con respecto al resto de la economía, expuestas antes. Se denuncia que el desarrollo de las zonas francas en el país se ha visto condicionado por la menor calidad de la infraestructura fuera del GAM, la disposición de recurso humano primordialmente fuera de esta, la acreditación y certificación de empresas locales con las que se pueda fortalecer los encadenamientos productivos.

Por su parte, Monge et al. (2012), citando una aproximación del modelo desarrollado por Knell y Rojec (2011), comprueban los efectos secundarios positivos, especialmente en la transferencia de conocimiento por parte de las empresas multinacionales de alta tecnología hacia empresas domésticas. Se identifica una evidencia significativa en cuanto a la transmisión de conocimiento e incremento en la productividad por parte de exempleados de multinacionales a empresas locales, en variables como incremento en las ventas reales de las empresas con la contratación de exempleados de empresas multinacionales, incidencia de la experiencia de exgerentes de zonas francas sobre el desempeño de las empresas locales o la capacitación recibida por exgerentes como determinante de los aumentos en los ingresos reales de unidades productivas locales.

De igual forma, se expone que el grado de absorción y encadenamientos productivos de las empresas multinacionales con las locales es susceptible al crecimiento de manera esencial, a través de la mejora en el nivel educativo de la fuerza laboral; en tanto que esta variable dependa en buena medida de la absorción de conocimientos, la apropiación tecnológica y mejoras en el desempeño de las empresas internas.

En ese sentido, se presentan similitudes en los hallazgos del informe de PROCOMER (2016); la pertinencia del recurso humano constituye uno de los determinantes para un aprovechamiento maximizado de las ventajas del modelo de zonas francas, no solo en cuanto a disposición de personal calificado para laborar en las empresas multinacionales, sino en capacidad de absorber conocimientos, implementarlos y entender las necesidades de las empresas multinacionales fuera de ellas, en lo que respecta a los diferentes procesos productivos que posibiliten una solidificación en los encadenamientos productivos.

Dentro del informe de Monge (2017) para la OIT, en el que se aborda la transformación estructural de las operaciones de INTEL en el país, se argumenta que Costa Rica ha experimentado en el último lustro un ascenso aún más marcado en la cadena global de valor. Al igual que el informe de PROCOMER (2016), se reconoce la importancia de las operaciones de empresas de zona franca en lo general e INTEL en lo particular, en la calidad del empleo generado, el aumento del producto interno bruto a raíz de la llegada de inversión extranjera directa, así como otros beneficios derivados de las buenas prácticas productivas propias de las empresas del Régimen de Zona Franca en temas de calidad, medio ambiente o el comercio exterior, entre otros indicadores.

El autor también llega a conclusiones similares con respecto a Monge et al. (2012), 5 años después, en que los vínculos productivos entre empresas locales y multinacionales precisan de ser mejorados. El ascenso en la cadena global de Costa Rica que expone dicha organización supone una oportunidad para que aumenten los vínculos productivos. Por ejemplo, con la

variación en la naturaleza de sus operaciones, las compras locales de INTEL en específico han pasado de un 5 % en 2013 a un 17 % del total de sus compras para 2016 (Monge, 2017, p. 53); esto se debe, en gran medida, a que las actividades de INTEL en concreto ya no se limitan al ensamblaje, sino se han orientado a actividades de investigación, desarrollo e innovación (en adelante, I+D+i) de mayor valor agregado y eso expande las posibilidades de fortalecer los encadenamientos productivos, aunque para ello también se precisa de recurso humano pertinente para lograrlos.

Dentro de los aspectos que Costa Rica debe mejorar para aprovechar las filtraciones (o desbordes) de conocimiento y externalidades positivas de las operaciones de las empresas multinacionales, se expone que debe haber mejoras sustanciosas en variables como la infraestructura tecnológica, en específico el internet de banda ancha; la pertinencia del capital humano para absorber conocimiento y un alineamiento del sistema educativo con las necesidades del sector productivo y su capacidad para desarrollar más profesionales en áreas como la ciencia, la tecnología, la ingeniería o las matemáticas (en adelante STEM del inglés *science, technology, engineering and mathematics*).

Lo anterior coincide con lo expuesto tanto por PROCOMER (2016) como por Monge et al. (2012) sobre el alineamiento del capital humano con las necesidades existentes en el Régimen de Zonas Francas. Las transferencias del conocimiento, la apropiación tecnológica y la implementación de prácticas de alto estándar de calidad parecen estar fuertemente asociadas a la oferta de recurso humano disponible tanto para trabajar en las operaciones de las empresas multinacionales como para servir de vínculo y lograr encadenamientos productivos solidificados entre ellas y el tejido empresarial doméstico.

Arias et al. (2011) analizan el esquema productivo de promoción deliberada de las exportaciones desde una arista más crítica, evaluando diferentes indicadores macroeconómicos como el crecimiento del producto o el gasto del gobierno, así como otros aspectos sociales, en cuanto a niveles de pobreza y acceso al mercado laboral *ex ante* y *post ante* el apogeo del modelo de promoción de exportaciones. Estos entienden que dicho esquema de crecimiento, al limitar la captación de ingresos del gobierno, condicionan la formación de capital físico y humano que asegure un desarrollo equitativo. También coinciden con Monge (2017), PROCOMER (2016) y Monge et al. (2012) en que los encadenamientos productivos de las empresas multinacionales son débiles y el estímulo deliberado a la atracción de IED no ha alcanzado a dinamizar la economía nacional en su conjunto.

La OIT (2003), en una línea similar a Arias et al. (2011), ya reflejaba hace más de 15 años las limitaciones del esquema de crecimiento; en dicho informe se exhibe la capacidad de la inversión extranjera directa para contribuir con el crecimiento económico del país, mas no con el financiamiento del gasto del gobierno; además, se denuncian los pocos vínculos de las actividades locales con las empresas multinacionales que se traduzcan en una mejora de la economía interna. Asimismo, argumenta la importancia de identificar las demandas del mercado laboral no solo para formar el recurso humano que necesitan las empresas ligadas al sector más dinámico de la

economía, sino también para unidades productivas locales con potencial de convertirse en suplidoras de las empresas multinacionales o exportadoras.

Los autores mencionados coinciden en que la infraestructura física constituye un obstáculo para que el desborde de conocimiento (o externalidad positiva) del esquema trascienda de manera generalizada más allá del GAM. Arias et al. (2011) van más allá afirmando que la inversión estatal en esta, al igual que en la formación de capital humano, ha disminuido por la propia naturaleza del modelo y el costo de oportunidad fiscal que representa para los ingresos gubernamentales, aunque sobre esta última, de acuerdo con Loría y Martínez (2017), exista una disposición aprobada de asignación mínima del 8 % del producto interno del país a la educación nacional.

Llegados a este punto, se encuentra una coincidencia entre las posiciones de los autores sobre las deficiencias estructurales y los vínculos que precisan de ser fortalecidos y que impiden que el modelo de promoción de exportaciones haya desarrollado su potencial y que los beneficios derivados recaigan de manera más generalizada. Resaltan de manera esencial la debilidad de los encadenamientos productivos de las empresas domésticas con las extranjeras, la oferta insuficiente de recurso humano y acorde con la demanda laboral de estas empresas, así como la necesidad de una mejora en la calidad de la infraestructura física y digital.

Como mencionan Arias et al. (2011), la inversión gubernamental en infraestructura productiva es uno de los cuellos de botella del modelo. De esta manera, se está en presencia de una deficiencia estructural; por un lado, se necesita de capital físico de calidad para que el desborde de conocimiento positivo de la inversión extranjera directa en el país más allá del GAM sea más inclusivo, no obstante, las exenciones fiscales propias del esquema de crecimiento han limitado la generación de obra pública con recursos captados de manera propia.

Con respecto a los encadenamientos productivos y la disposición de recurso humano óptimo para ser empleado en las zonas francas, resulta relevante observar el comportamiento de dos variables fuertemente relacionadas; en primer lugar, resulta que el país asigna un 8 % de su producto interno a la educación, según Loría y Martínez (2017), y, en segundo lugar, cerca de un 23 % de dicho porcentaje es invertido en educación superior, según el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2016); además de un mercado privado muy dinámico, lo que da como resultado un indicio de una aparente incongruencia entre el sistema educativo y el esquema del sector productivo de zonas francas en forma de una desarticulación entre la generación de una oferta laboral pertinente que permita potenciar el desarrollo en integral de dicho esquema.

Sin duda alguna, se torna interesante centrar la atención a partir de ahora en el factor capital humano, pues parece ser que, a pesar de que ha sido un recurso con el que el país sí ha tenido un margen de maniobra importante, a diferencia de la cuenta de infraestructura física, las asignaciones de recursos no han respondido estratégicamente al modelo de atracción de IED y la naturaleza de sus operaciones. Todo apunta, por tanto, a que el país presenta una brecha entre los niveles de capital humano que desarrolla y los que requiere.

### 1.1.1. Estado de conocimiento de la brecha

Diversos investigadores e instituciones autorizadas, así como artículos periodísticos de, al menos, los últimos 20 años, informan de los requerimientos en recurso humano para una economía costarricense cada vez más globalizada, enfocada en la atracción de inversión extranjera directa y basada en los procesos intensivos en conocimiento y de alto valor agregado. Algunas de dichas citas se mencionan a continuación:

Otro aspecto tiene que ver con la identificación clara de las demandas por parte del mercado laboral en cuanto a las necesidades de capacitación de la fuerza de trabajo, que no debería concentrarse únicamente en las empresas ligadas a los sectores estimulados por el modelo de desarrollo, sino tener también en cuenta las empresas con potencial de convertirse en exportadoras o en suplidoras de las empresas exportadoras. (OIT, 2003, p. 47)

La cantidad de IED que Costa Rica ha atraído no ha sido suficiente para generar un crecimiento económico generalizado. Al mismo tiempo, la oferta de trabajo de alta calificación no es lo suficientemente elevada como para atraer grandes montos de IED, incluso si las empresas transnacionales quisieran invertir. (Paus, 2005, p. 192)

En Costa Rica hay un entorno promisorio para ser agresivos, para poder continuar focalizados en una serie de sectores, para ser más proactivos en esos subsectores y explotar esas oportunidades. Pero, también hay una serie de limitantes –ya mencionados por otros panelistas– y no podemos continuar creciendo si no se atienden. Una de ellas es *la escasez de capital humano en el área técnica. Necesitamos continuar formando mayor cantidad de ingenieros y científicos* [énfasis añadido]. (Céspedes y Mesalles, 2007, p. 191)

*Education of more engineers in a broader number of fields [énfasis añadido] as well as greater availability of English-speaking employees are becoming increasingly important elements in eliminating the bottlenecks to further expansion of foreign investment in the IT-based services sector and to FDI in Costa Rica increasing value* [La educación de más ingenieros en una mayor cantidad de áreas así como con conocimientos en inglés se torna cada vez más importante para eliminar los cuellos de botella que presenta el país para una expansión de los servicios de alta tecnología y la IED de alta calidad en el país]. (Paus y Cordero, 2009, p. 121)

*La demanda por personal calificado y con dominio del idioma inglés, supera en mucho la oferta* [énfasis añadido], por lo que se insiste constantemente en la necesidad de emprender esfuerzos por incrementar la educación a nivel técnico profesional y universitario y adecuar la oferta a los requerimientos de la demanda en el mercado. (Alonso, 2012, p.7)

La oferta insuficiente de trabajadores altamente calificados ha generado una excesiva demanda de habilidades. Esto, a su vez, ha ejercido una presión ascendente en los salarios de trabajadores altamente calificados ... El sistema no está produciendo las habilidades necesarias para cumplir con las exigencias del patrón de crecimiento de Costa Rica (Oviedo, et al., 2015, pp.8-9).

Actualmente, el sistema de educación superior está muy sesgado hacia las ciencias sociales y las humanidades y *produce pocos graduados en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas* [énfasis añadido], contribuyendo aún más a la escasez de personal calificado en sectores de alto valor agregado. (Oviedo et al., 2015, p.12)

Esto evidencia que la economía de Costa Rica ha sido incapaz de traducir la mayor apertura comercial en una productividad sostenida en el largo plazo y que, en este mismo periodo, las habilidades que aprenden no están siendo utilizadas adecuadamente o no están siendo requeridas en el mercado de trabajo. (Abarca y Ramírez, 2016, p. 1)

Del estudio de Abarca y Ramírez (2016), resaltan la poca contribución que tiene el capital humano en el crecimiento del nivel de producción con la implementación del modelo de promoción de exportaciones y atracción de industrias de alto contenido tecnológico. Es decir, un mayor nivel de educación en la población no se está traduciendo en crecimiento; los autores intuyen que las habilidades que se están adquiriendo no son las idealmente requeridas en el mercado laboral.

En dicho estudio, se muestra la preocupación de que el país no ha sabido traducir la apertura comercial en un incremento de la productividad factorial, lo que da un sustento econométrico a lo expuesto por diferentes autores y en el presente estudio (Abarca y Ramírez, 2016). Ello se deriva en que la desarticulación del sistema educativo con las demandas laborales del segmento local haya generado la desarticulación entre crecimiento y desarrollo, así como en el logro de un aumento sistémico del entramado productivo que posibilite la modernización económica en el largo plazo.

Costa Rica podría estar enfrentando una inflación salarial en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación, debido al incremento en el número de empresas que entran a operar en este sector y a *la existencia de una importante brecha entre la demanda y la oferta de mano de obra calificada* [énfasis añadido]. (Monge-González, Hewitt y Torres-Carballo, 2016, citados por Monge, 2017, p.38).

“Actualmente en Costa Rica *no existe una cifra oficial de la demanda de profesionales que existe en las empresas y esto dificulta la valoración exacta de la demanda nacional* [énfasis añadido]” (Chacón, 2017, párr. 8).

“Si bien la calidad del recurso humano en Costa Rica es calificada como satisfactoria por las empresas del sector de servicios offshore, *la cantidad de este importante factor productivo es deficiente* [énfasis añadido]” (Monge, 2020, p.133).

Dentro de todas estas aseveraciones, por tanto, se deduce un factor denominador común: la demanda de capital humano por trabajo de alta calificación en las empresas de zona franca excede a la oferta del capital humano requerido ( $\text{Demanda} > \text{Oferta}$ ); no obstante, a pesar de dicho consenso, se carece de estudios que cuantifiquen la magnitud de la brecha entre lo que está desarrollando el país y los niveles que precisa.

### **1.1.2. Estudios nacionales sobre brechas entre oferta y demanda en sectores de alta tecnología en Costa Rica**

En lo que respecta a estudios que cuantifiquen una medida de insuficiencia de la oferta laboral con respecto a la demanda en zonas francas, no se encuentran muchos trabajos en el país, más allá de valoraciones apreciativas o diagnósticos rigurosos que tienen por objeto de estudio atender otras problemáticas asociadas con los procesos de inversión extranjera directa, el comercio exterior o el desarrollo del país y que dentro de las recomendaciones o conclusiones hacen referencia a las necesidades de alinear la oferta con la demanda laboral. No obstante, se presenta un trabajo destacado de hace casi dos décadas que ya denunciaba el desajuste marcado que se presenta entre el modelo productivo del país y la formación de recursos humanos para las empresas de alta tecnología.

Casi 20 años atrás, Céspedes y González (2002) identifican una inconsistencia entre las formaciones profesionales y técnicas que se producen y las formaciones estratégicas necesarias para los sectores de alta tecnología en Costa Rica; estos encuentran un sesgo desmesurado hacia la generación de carreras como derecho, administración de negocios, enfermería o educación preescolar, que representan cerca de un 60 % del total de títulos otorgados desde 1990 al año 2000.

La metodología aplicada en dicha investigación se realiza a través de una encuesta a empresas multinacionales de alta tecnología (EMATs) de zona franca con el objetivo de preguntar sobre la disposición de contratar recurso humano y el recurso humano disponible en el mercado y con ello estiman una oferta y demanda laborales, y encuentran brechas en el nivel de contratación deseado (cantidad), así como en la calidad de los trabajadores y la pertinencia de sus habilidades para los procesos productivos. Ello deriva en que se lleguen a cuestionar la congruencia del modelo de crecimiento a través de la atracción de inversión extranjera directa, en la medida que se realizan grandes esfuerzos para la atracción de IED, mas la formación de capital humano en áreas de alta tecnología no ha sido la prioridad del sistema educativo. No catalogan las brechas de recurso humano encontradas como críticas para seguir atrayendo IED, pero entienden que la política de atracción de este tipo de inversión debe ir de la mano con la formación de recurso humano en el país.

El tipo de brecha que calculan Céspedes y González (2002) consiste en la estimación de la diferencia entre cantidad de empleados con un grado académico óptimo deseable por la empresa y el grado académico que ostentan actualmente (brecha vertical). Así como la pertinencia de la formación de los empleados actuales para dicho puesto, es decir, una brecha entre formación deseada y formación óptima (brecha horizontal). Los autores hacen una vasta recopilación de los

graduados para distintos grados académicos con el propósito de cuantificar la oferta país donde se muestran los pasos en el cuadro 1.

### **Cuadro 1**

#### **Costa Rica: Estimación de la oferta país elaborada por Céspedes y González en 2002**

<b>Número</b>	<b>Paso</b>
1	Cuantificar la cantidad y diversidad de centros educativos existentes en el país.
2	Identificar las grandes áreas de educación que brinda el país.
3	Identificar las diferentes disciplinas o especialidades que ofrece cada área.
4	Determinar los grados académicos en cada una de las áreas.
5	Definir un período para la recolección de la información especificada. Se eligió 1990-2000.

*Fuente:* elaboración propia con base en Céspedes y González (2002).

Para la estimación de la demanda, elaboran un cuestionario a la población total de empresas multinacionales de alta tecnología que se encontraban operando para dicha época y obtienen un grado de respuesta del 42.5 % con respecto a la cantidad de empresas y 56.5 % en relación con la cantidad de empleo total (20 empresas y 8266 empleos). En dicho instrumento, se evalúa tanto la cantidad como la calidad del recurso humano que opera en las EMATs. Los indicadores fundamentales que se obtienen a partir de la aplicación de dicho instrumento son los presentados en el cuadro 2.

### **Cuadro 2**

#### **Estimación de la demanda en EMATS elaborada por Céspedes y González en 2002**

<b>Número</b>	<b>Indicador</b>
1	Número total de empleados en la empresa para cada grado académico y según carreras u oficios.
2	Distribución del grado académico óptimo de los empleados en la empresa.
3	Pronóstico de número de empleados que requieran las empresas para el período 2002-2006.
4	Cantidad demandada de recursos humanos según grado académico en cada uno de los años y para cada una de las carreras profesionales.
5	Definir un período para la recolección de la información especificada. Se eligió 1990-2000.
6	Evaluación de competencias informáticas del recurso humano.
7	Evaluación de competencias generales del recurso humano.

*Fuente:* elaboración propia con base en Céspedes y González (2002).

El estudio de Céspedes y González (2002) representa una referencia fundamental tanto teórica como metodológica, pues estima e introduce conceptos claves como la oferta país, la composición de la estructura de los recursos humanos, así como el método empleado para pronosticar la brecha en los años venideros.

### 1.1.3. Estudios internacionales sobre brechas entre oferta y demanda en sectores de alta tecnología

Dentro de trabajos destacados de estimación de brechas entre oferta y demanda de capital humano de alta tecnología, destacan el estudio de Harrison (2012) para la Royal Academy of Engineering, titulado *Jobs and growth: the important of engineering skills to the UK economy*, *The Hampton Roads: Talent Alignment Strategy Initiative* del Council for Adult and Experiential Learning (CAEL, 2019) y *Mismatch between Demand and Supply among higher education graduates in the EU* de Biagi et al. (2020).

En el estudio por parte de Harrison (2012), se detecta una prima salarial marcada por algunas de las profesiones asociadas a las habilidades ingenieriles; síntoma de que existe una mayor valoración, productividad y nivel de escasez asociadas con este tipo de profesiones. De igual forma, se comprueba econométricamente que no existe una asociación entre el salario de las ocupaciones ingenieriles y la experiencia, lo que también arroja luz sobre el grado de requerimiento de las habilidades en ingeniería, ciencia y tecnología para las diferentes actividades productivas en el Reino Unido.

Para la estimación de la brecha, hacen uso, en un primer momento, de la Labour force survey del 2009, para contabilizar la oferta de ingenieros del país. En dicha encuesta, encuentran una oferta país de 2.3 millones en las que un 60 % cumple con los atestados oficiales, un título de educación superior en ingeniería, 700.000 son técnicos y 880.000 operarios asociados con actividades ingenieriles, lo que resulta en que las capacidades ingenieriles en el Reino Unido constituyen un total del 8 % de la fuerza de trabajo del país (Harrison, 2012).

A partir de dicha información, determinan la cantidad de profesionales y técnicos de habilidades ingenieriles base que trabajan en las diferentes actividades productivas del país. Una vez estimada la cantidad de personas de ingeniería, ciencia y tecnología que laboran en dichas industrias, tanto en cantidad como en intensidad por industria y a través de una elasticidad empleo-producción, se estima, de acuerdo con la información de la UKCES del pronóstico de crecimiento del empleo 2012-2020, la cantidad de ocupaciones en ingeniería, ciencia y tecnología que se van a demandar para cada rama productiva. Del estudio de Harrison (2012) emanan una serie de conclusiones que bien pueden extenderse para el caso de Costa Rica y el presente estudio:

- Existe evidencia robusta de que la demanda por ingenieros excede la oferta y dicha condición es transversal en todos los sectores de la economía interna.
- Según las estimaciones, se van a necesitar unos 830.000 nuevos profesionales y unos 450.000 técnicos en ingeniería, ciencia y tecnología para los próximos 8 años (2012-2020), lo que implica más de 100.000 profesionales ingenieriles graduados por año y más de 60.000 técnicos ingenieriles por año.
- Dicha cantidad demandada no va a ser correspondida por la oferta, en la medida que en el Reino Unido se gradúan cerca de 90.000 estudiantes en las ramas de ingeniería, ciencia y tecnología incluyendo extranjeros.

- La estrategia industrial debe ir enfocada en la formación de trabajadores con habilidades ingenieriles lo más pronto posible, con el propósito de seguir una senda de crecimiento más rápida y balanceada. La economía del Reino Unido requiere desarrollar una mayor cantidad de ingenieros tanto para los trabajos ingenieriles como los no ingenieriles.

Por su parte, en el estudio de CAEL (2019), de igual forma, se hace uso de una especie de elasticidad empleo e industria; para pronosticar el ritmo de crecimiento de las industrias dinámicas y la cantidad de graduados que van a requerir para seguir creciendo a dicho ritmo. En dicha investigación, introducen el concepto de clústeres industriales, ocupacionales y educacionales que suponen un aporte teórico relevante para la presente investigación y complementan el análisis efectuado en el estudio de Harrison (2012).

Para cada clúster industrial, incorporan el clúster ocupacional que le corresponde a dicho conglomerado y exponen una serie de conocimientos asociados con estas. Asimismo, evalúan los niveles de brecha de acuerdo con las razones: (Oferta/Demanda) entre brecha severa, brecha, en balance, excedentes y razón difícil de medir. Dichos indicadores también representan un aporte importante, pues miden el grado de absorción de la demanda sobre la oferta interna laboral.

Biagi et al. (2020), al igual que en el estudio de Harrison (2012), efectúan un análisis de brechas de mediano plazo (2016-2030). A través de un método de series de tiempo, pretenden identificar brechas tanto verticales como horizontales en lo que respecta a los países de la Unión Europea. Pronostican el ritmo de crecimiento de los empleos por industria, con una técnica similar a la empleada por los estudios antes mencionados y pronostican, a través de un ritmo promedio de crecimiento, la tasa de nuevos profesionales por año:

*Demanda = Oferta*

$X = Y$

$X = \text{número de graduados en año base (2016)}$

$Y = \text{número de empleos requeridos}$

$$X + X(1 + g) + X(1 + g)^2 + X(1 + g)^3 + \dots + X(1 + g)^{14} = Y$$

$$X\{1 + (1 + g) + (1 + g)^2 + (1 + g)^3 + (1 + g)^2 \dots + (1 + g)^{14}\} = Y$$

$$X\{\sum_{n=0}^{14}(1 + g)^n\} = Y$$

$$\sum_{n=0}^{14} \alpha^n = \frac{\alpha^{n+1} - 1}{\alpha - 1}$$

$$\frac{\alpha^{n+1} - 1}{\alpha - 1} = \frac{Y}{X} \quad (1)$$

De esta forma, detectan en qué porcentaje deben aumentarse o disminuirse ciertas carreras profesionales, con el propósito de cerrar la brecha asociada entre los empleos que se

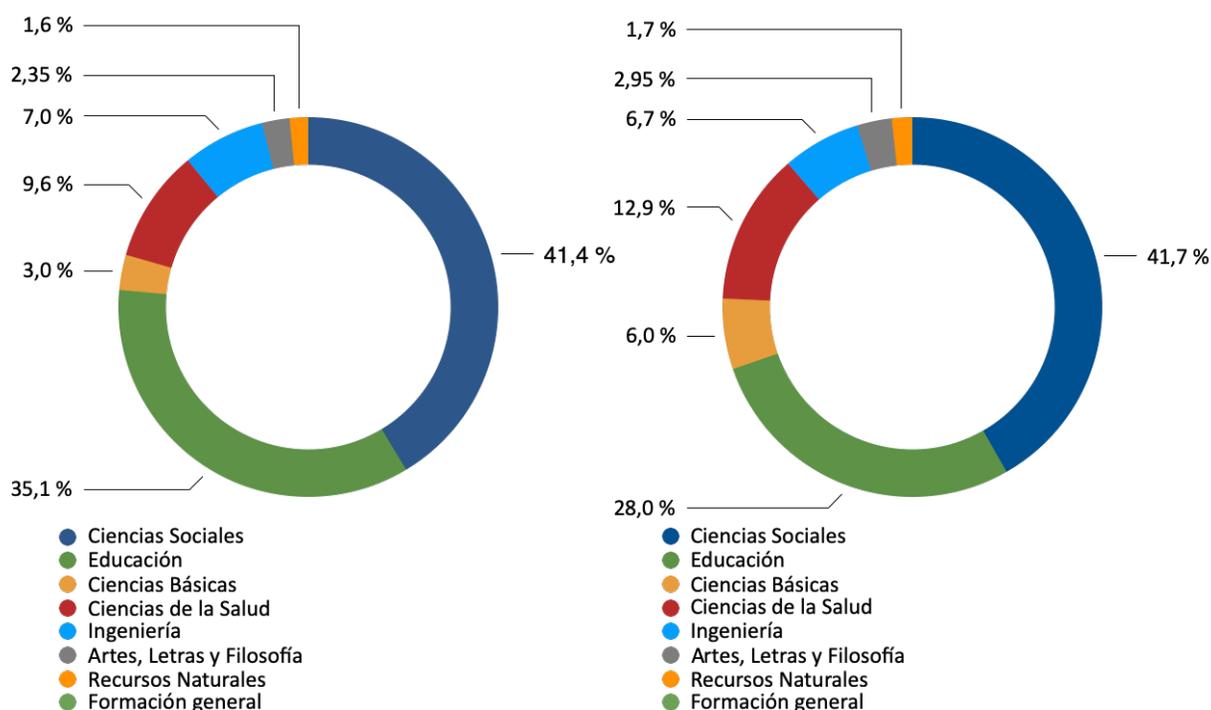
están creando y los que se están formando. Los aportes de dichos autores también son de carácter teórico, brindan definiciones conceptuales precisas de las brechas horizontales, verticales y sus repercusiones en el nivel de productividad de las naciones y el retorno de la inversión en educación de estas. Estos aportes metodológicos, sin duda, constituyen una base importante para el presente estudio, en la medida que cuantifican y evalúan las brechas existentes en capital humano en operaciones de alta tecnología.

#### 1.1.4. Vistazo general a la educación superior.

De acuerdo con datos recolectados del programa de estadísticas de Estado de la Nación (s.f.), se revela que el sistema educativo apenas ha variado su composición en los últimos 30 años en cuanto a las áreas en las que se enfoca la generación de profesionales. Mientras el sistema económico interno ha experimentado una transformación productiva en gran parte debido al estímulo del modelo de promoción de exportaciones y las variaciones tecnológicas de la economía, las ingenierías, perfil asociado por la literatura a las mayores demandas de trabajo de las empresas multinacionales y, por ende, los perfiles tecnológicos mayoritariamente requeridos, siguen ocupando el mismo peso porcentual en los últimos 30 años. Se demuestra que, de cada 100 títulos universitarios, solo 7 y 6,6 % corresponden a ingenierías, con una media constante (componente estacionario) para los periodos comprendidos entre 1991 y el año 2000 y el año 2001 hasta el 2017 (Estado de la Nación, s.f.).

#### Gráfico 3

Costa Rica: Formación profesional en 8 grandes áreas, por porcentaje, 1990-2000 y 2001-2017.



Fuente: elaboración propia con datos del Compendio Social de Estado de la Nación 1990-2017 (Estado de la Nación, s.f.).

### 1.1.5. Capacidad ingenieril de Costa Rica con respecto a otros países

En otra medida, que respalda las aseveraciones de expertos, sobre la poca articulación que presenta el país entre su apuesta productiva y las capacidades que está desarrollando, se muestra la cantidad de profesionales en ingeniería, manufactura y construcción por cada 100 profesionales, en comparación con los demás países latinoamericanos miembros de la OCDE, los países asiáticos de industrialización exitosa (tigres asiáticos) e Irlanda. Como puede observarse en el cuadro 3, el país muestra un nivel de subproducción de estos profesionales a nivel general, con respecto a Chile, México y Colombia.

#### Cuadro 3

**Países latinoamericanos miembros de la OCDE: Media de ingenieros por cada 100 profesionales, 2001-2019.**

Período	Costa Rica	Chile	Colombia	México
2001-2019	6,26 %	16,2 %	20,1 %	18,9 %

Fuente: elaboración propia con datos de Euromonitor-Passport (2020).

Si dicha diferencia es palpable, resulta aún más marcada la brecha con respecto a los países asiáticos, tal como puede observarse en el cuadro 4 que muestra las medidas del período 2001-2019, Hong Kong presenta un nivel de 20.5 % de ingenieros de un total de 100 profesionales, Singapur 42.18 % de ingenieros de un total de 100 profesionales, Corea del Sur 25.4 % y Japón 17.4 %, para un promedio de 24.6 % integrando a Costa Rica.

#### Cuadro 4

**Costa Rica y países asiáticos de industrialización exitosa: Media de ingenieros por cada 100 profesionales, 2001-2019.**

Período	Costa Rica	Japón	Corea del Sur	Singapur	Hong Kong	China
2001-2019	6,26 %	17,45 %	25,4 %	42,18 %	20,6 %	35,6 %

Fuente: elaboración propia con datos de Euromonitor-Passport (2020).

Con respecto a Irlanda, en la comparativa realizada por Paus (2005) en su libro *Foreign investment, development, and globalization: Can Costa Rica become Ireland?*, la autora se cuestiona si Costa Rica es capaz de superar algunos cuellos de botella que le permitan transitar hacia una economía basada en el conocimiento y el desarrollo de servicios de alto valor agregado, tomando como referencia los ajustes que hizo Irlanda en su apuesta productiva. Para el caso de esta nación, el nivel ingenieril asciende a un 11.16 % también por encima del nivel desarrollado por Costa Rica.

### 1.1.6. Demanda de alta calificación

Por el lado de la demanda, se cuenta con información valiosa, tomada del CINDE, donde se puede apreciar a nivel general las formaciones más demandadas tanto a nivel técnico como a

nivel superior. Como puede observarse en el cuadro 5, según información recolectada del CINDE (2019b), las demandas laborales correspondientes al sector servicios se distribuyen en seis perfiles de ingeniería, tres de ciencias económicas y una de ciencia y tecnología; además, en el caso del sector manufactura, nueve de las 10 profesiones más demandas son correspondientes a ingenierías, lo que difiere de manera significativa con la distribución en la formación de profesionales que se están generando desde el año 1990 hasta la fecha.

#### **Cuadro 5**

#### **Costa Rica: Las 10 formaciones profesionales y técnicas más demandadas en el sector servicios y sector manufactura, 2019**

<b>Posición</b>	<b>Sector servicios</b>	<b>Sector manufactura</b>	<b>Carreras técnicas</b>
1	Ingeniería en Software/Computadoras	Ingeniería Industrial	Ingeniería electromecánica y electrónica industrial
2	Administración de empresas	Ingeniería Mecánica	Operador de centro de contacto bilingüe o trilingüe
3	Contabilidad	Ingeniería electromecánica	Contabilidad y finanzas
4	Ingeniería Industrial	Administración de empresas	Inspectores de calidad
5	Ingeniería electrónica	Ingeniería Mantenimiento Industrial	Mecánica de precisión y mantenimiento industrial
6	Animación digital	Ingeniería eléctrica	Desarrollo de Software/web
7	Ingeniería eléctrica	Ingeniería Materiales	Redes y telemática
8	Ingeniería electromecánica	Ingeniería en Software	Transformación de plásticos y moldeo
9	Ingeniería Mecatrónica	Ingeniería Química	Meteorología
10	Economía	Ingeniería Mecatrónica	Diseño Publicitario/gráfico y Animación digital

*Fuente:* elaboración propia con datos de The Talent Place (2019).

La información preliminar con la que se cuenta, tanto las aseveraciones de expertos como los datos a nivel general sobre la composición de la oferta y la demanda de alta calificación, brinda evidencia de una inconsistencia entre el modelo de crecimiento del país, la asignación de recursos y dirección de los esfuerzos en materia de formación de recurso humano.

El reto y, por ende, el mayor aporte que pretende el presente estudio es dar ese salto en el conocimiento, que permita pasar de la caracterización exploratoria de la desarticulación del país con su esquema de desarrollo en materia de formación de capital humano a una cuantificación de la oferta país, de la composición de la demanda y de la consecuente evaluación

de brechas entre distintas formaciones profesionales, entre los niveles de generación actuales y los niveles de desarrollo óptimos de un capital humano capacitado para laborar en empresas multinacionales de alta tecnología.

## **1.2. Justificación y planteamiento del problema**

La implementación a finales de la década de los 1980s del modelo enfocado en la atracción de IED ha logrado transformar la composición del tejido productivo costarricense, permitiendo, de esta manera, diversificar la producción interna y el acceso del país a cadenas globales de alto valor agregado. Dicho modelo de crecimiento adoptado por Costa Rica representa también un elevado costo de oportunidad en materia fiscal y una consecuente brecha de captación que convierte en imprescindible maximizar los beneficios que acarrea la IED al país. A pesar de ello, la educación superior, quizás el motor fundamental para aprovechar las ventajas que trae consigo el modelo de zonas francas y, sobre el que se asigna gran cantidad de recursos, parece no haber ido de la mano con dicho patrón de crecimiento.

Por su parte, la asignación gubernamental en el área de educación asciende a un 8 % del PIB, alrededor de un 23 % de este asignado a las instituciones públicas de educación superior y un mercado privado dinámico con 51 universidades privadas, de acuerdo con CONARE (2021); con las limitaciones estructurales que reproduce y acentúa el modelo de crecimiento de las zonas francas en lo que respecta a la disposición de recursos públicos para distintas políticas sociales o la equidad social. Se torna indispensable que este sea orientado de manera eficiente, de forma que maximice los impactos positivos que puede acarrear el régimen más dinámico del aparato económico interno.

Mientras en diversos informes, publicaciones y noticias de los últimos 20 años se reconoce la necesidad de que el país desarrolle más profesionales en ingeniería, ciencia y tecnología, el sistema educativo apenas ha modificado la distribución porcentual en lo que a formaciones profesionales por área de conocimiento se refiere; apenas 7 y 6.6 de cada 100 diplomas entregados desde el año 1990 al año 2000 y del 2001 hasta el año 2017 corresponden al área de ingenierías, el perfil de profesionales más asociado en la literatura con las demandas de las empresas multinacionales de zona franca (Estado de la Nación, s.f.).

A pesar de dicha caracterización exploratoria, cualitativa, de la necesidad de formar más profesionales en dichos sectores, no existe una medida de referencia que identifique cuáles profesionales en específico y en qué cantidad debe generar el país. No se han encontrado hallazgos que permitan determinar cuál es la composición de la demanda de las empresas multinacionales, las áreas específicas especialmente en ingeniería, ciencia y tecnología que requieren estas y así obtener una medida de referencia que posibilite una orientación del sistema educativo, tanto del Estado como del mercado hacia el desarrollo de dichos profesionales y áreas de conocimiento.

Estas estimaciones contribuirían a una toma de decisiones en política y gasto educativo que vayan acordes con las demandas laborales; también a organizar la asignación de los recursos destinados a la educación superior tanto por el lado de la oferta (en forma de becas, mayores

cupos, mayores recursos a las áreas de formación requeridas, mayores incentivos y créditos) como por el lado de la demanda, permitiendo informar a los estudiantes y sus familias, de las formaciones en las que se garantiza un empleo y un ingreso; de manera que se estimule el desarrollo de aquellos perfiles que son altamente demandados por las empresas de zona franca, permitiendo así que el gasto y, por ende, la asignación de los recursos en educación sea más eficiente y estratégico, y maximice los efectos positivos que puede brindar el Régimen de Zonas Francas.

Estimar las áreas en las que se concentra la demanda permitiría observar la relevancia que tiene para el país el desarrollo de más profesionales en áreas como las ingenierías y otras carreras altamente demandadas, así como el costo de oportunidad que supone el subproducir estos profesionales en materia de empleos no creados en detrimento de otras áreas, donde más bien se presenta una oferta desmedida que no responde a una demanda real y puede estar suponiendo una pérdida de productividad, además, el retraso en el adentramiento en una senda de progreso económico.

### **1.2.1 Planteamiento del problema**

Una de las principales críticas contra el sistema actual no corresponde por completo a que el país invierta una gran cantidad de recursos hacia la educación superior, sino la manera de hacia dónde dirige estas asignaciones de recursos; esto debido a que la evidencia apunta a un claro impulso del crecimiento en favor de áreas profesionales que no van acorde a lo que el sector productivo más dinámico del país demanda, como ejemplo a lo dicho, se encuentra que áreas como las ciencias sociales representan aproximadamente un 41.4 % del total de títulos entregados entre los años 1990 y 2000 y el 41.74 % entre el año 2000 y 2017. Otro claro ejemplo ocurre en el área de educación con un 35 % de entre el total de títulos otorgados correspondiente al primer periodo y 28 % con respecto a los últimos 17 años (Estado de la Nación, s.f.). Situación que pone en evidencia la gran desarticulación existente entre el modelo productivo por el cual se ha apostado desde los años 80 y el modelo educativo del país.

En la misma línea, existe una sugerencia clara desde la literatura con respecto a que las demandas laborales por parte de empresas de zonas francas se concentran en formaciones profesionales vinculadas al área de ingenierías, las cuales tan solo representan el 6.7 % y 7 % del total de profesionales graduados, fenómeno que ha permanecido sin ningún tipo de cambio durante los últimos 30 años.

Por su parte, el capital humano es quizá el vehículo que reviste mayor relevancia, no únicamente en lo que respecta la creación de empleo en zonas francas (beneficio más palpable en el corto plazo), sino también en materia de apropiación tecnológica y transferencia de conocimientos, lo cual va de la mano con un fortalecimiento de encadenamientos productivos que logren vincular el dinamismo de las zonas francas con el resto de la economía, expandiendo los activos de conocimiento endógenos y modernizando el aparato productivo; sin embargo la formación de este no parece estar correspondiéndose con las demandas laborales del segmento más dinámico del entramado económico interno.

Con todo ello, tanto a partir de la evidencia preliminar recolectada como a lo expuesto por distintos autores a lo largo de los años, que brindan un estado de conocimiento general sobre la problemática del país en lo que respecta a una correspondencia entre las demandas de las empresas con operaciones de alta tecnología del país y la formación profesional, surgen una serie de incógnitas:

¿Cuánto empleo se ha desperdiciado desde la implementación del modelo y su despliegue en la década de los 90? ¿Cuál sería el ritmo de crecimiento del producto del país en caso de haber adecuado su sistema de formación profesional? ¿Se habría producido un cambio técnico en el entramado productivo interno? ¿Cuál sería la Productividad Total de los Factores (PTF) en caso de haber adecuado la educación superior a la estrategia de atracción de IED de alta tecnología?

Costa Rica sigue produciendo la misma cantidad de ingenieros por cada 100 profesionales desde la implementación del modelo de zonas francas; la creación de empleo en estas zonas cada vez es más significativa, mas no generalizada a nivel país. En los distintos informes, noticias y artículos, los autores coinciden en que es necesario una mayor formación de profesionales acordes con las demandas laborales, sin embargo, aún no se cuenta con una medida precisa para dicha brecha.

Siendo los encadenamientos productivos, la apropiación tecnológica y la transferencia de conocimientos tecnológica los mecanismos bajo los cuales el país puede modernizar su tejido productivo, cabe entonces preguntarse si: ¿se encuentra el país maximizando esas ventajas? Monge et al. (2005) y Monge et al. (2012) hallaron incidencias positivas en empresas nacionales dirigidas por exgerentes y empleados de zonas francas, claro ejemplo de apropiaciones de conocimientos aplicadas por estos extrabajadores de zonas francas en otros sectores de la economía local y aludiendo a un tipo específico de capital humano.

¿Acaso una generación de más profesionales en áreas de ingenierías, ciencia y tecnología contribuiría al fortalecimiento en dichos vínculos y, por ende, al desarrollo de un efecto desborde de conocimiento más palpable en la dinámica económica interna? Siendo las ingenierías y las profesiones en ciencia y tecnología el perfil más asociado con las demandas de empresas multinacionales, sería lógico apostar por la creación de una mayor cantidad de estos perfiles, sin embargo, la evidencia dicta que esto no ha sido así. ¿No es acaso imprescindible canalizar los recursos al desarrollo de más profesionales en estas áreas?; entendiendo que la educación es un gran vehículo de movilidad social y la disposición de ingresos derivados de un salario una herramienta fundamental para la distribución del ingreso y la disminución de la inequidad, ¿acaso la distribución de recursos actual no es susceptible de ser mejorada?, ¿cuál es el costo de oportunidad de subproducir profesionales en el área de ingeniería, ciencia y tecnología? ¿De cuánto es la brecha entre los profesionales demandados y los ofertados? ¿Cuántos empleos se están desaprovechando debido a la escasez de capital humano producto de la desvinculación entre la formación profesional y las demandas laborales de zona franca?

Estas interrogantes surgen a partir de los diferentes hallazgos encontrados con respecto a la implementación de un modelo de crecimiento con algunas deficiencias estructurales como la brecha fiscal, así como ventajas reales y potenciales importantes, de las cuales sus costos sociales

sí se han absorbido de manera clara, pero los beneficios no se han maximizado, en gran medida por una desvinculación entre el sistema educativo y el sector productivo, además, la carencia de una política estratégica que responda a estas demandas.

Algunas de dichas incógnitas podrán ser atendidas en el presente estudio; otras quedarán para futuras líneas de investigación; con ello, el principal aporte que se considera se puede dar en el presente estudio es cerrar la brecha de conocimiento que existe sobre la magnitud de la brecha entre oferta y demanda de capital humano y los correspondientes ajustes que debe realizar el país para desarrollar los niveles óptimos que permitan satisfacer los requerimientos de las empresas multinacionales de alta tecnología.

### **1.2.2. Delimitación espaciotemporal**

Para el presente estudio, se opta por realizar un análisis de brechas de 7 años, que comprende el período entre el año 2017 y el 2023.

### **1.2.3. Relevancia de la investigación**

Como se ha dejado claro, existe un consenso marcado entre investigadores e instituciones autorizadas sobre la problemática que arrastra el país en materia de formación de niveles socialmente óptimos de un capital humano para laborar en las empresas de alta tecnología en el país. Sin embargo, no existe una estimación en concreto que dé cuenta de una medida basada en la evidencia empírica, de dicha brecha, es decir, de la cantidad actual con respecto a los niveles requeridos.

Es precisamente por ello que la principal contribución del presente estudio viene a llenar dicho vacío en el conocimiento, con el propósito de contar con una medida de información efectiva que permita tomar decisiones de política pública y asignaciones de recursos privados orientadas al desarrollo de un nivel adecuado de profesionales para las empresas de zona franca de alta tecnología.

### **1.2.4. Pertinencia de la investigación**

Costa Rica ha sido capaz de atraer flujos masivos de IED de alta tecnología, sin embargo, el efecto desborde de conocimiento y los beneficios potenciales de las operaciones de alto valor agregado en el país se han visto condicionados por el bajo nivel de generación de un capital humano en ingeniería, ciencia y tecnología, así como la consecuente debilidad del país en capacidad de absorción de los beneficios. La presente investigación se torna fundamental, para averiguar cuáles son esos niveles de recurso humano de alta calificación que está requiriendo el país para maximizar el nivel de empleo en las empresas de zona franca, así como los beneficios de mediano y largo plazo de las operaciones de alto contenido tecnológico en el país.

### **1.2.5. Relación con el desarrollo**

El presente estudio tiene una relación directa con el desarrollo que no se sujeta únicamente a la maximización del nivel de empleo efectivo en las empresas de zona franca. Si

bien es cierto, el principal beneficio de las operaciones de zona franca en el país es el de un empleo de alta calidad y por ello precisa desarrollar una cantidad óptima de profesionales con los conocimientos requeridos para laborar en las empresas más dinámicas del tejido productivo local, la identificación de la brecha del país en dicha materia trasciende ese cometido.

Costa Rica no es un país creador de tecnologías, la modernización de la economía a través del cambio tecnológico pasa de manera fundamental por la importación de estas; la IED tiene una capacidad potencial elevada de ser un actor clave en el proceso de desarrollo tecnológico y productivo de una nación, si cuenta con las condiciones fundamentales para lograrlo. Una de ellas, quizás la más trascendental, es un nivel adecuado de personal de alta calificación, especialmente asociados a la ingeniería, la ciencia y la tecnología. El presente estudio pretende calcular las brechas que presenta el país en el desarrollo de una cantidad adecuada de estos profesionales que, a su vez, son el motor fundamental mediante el cual el país puede innovar, incrementar la productividad total de los factores y adentrarse en una senda de crecimiento que sea compatible con el desarrollo sustentable y el pacto social ambicioso del país.

#### **1.2.6. Pregunta problema de la investigación**

Como se ha reflejado de manera palpable, uno de los mecanismos más fuertes para el aprovechamiento de las ventajas del Régimen de Zonas Francas es, sin duda, la educación y con esta la formación de un capital humano acorde con las demandas de las empresas multinacionales en el país.

Verificando, a nivel general, que la distribución actual en lo que respecta a la formación profesional parece estar desequilibrada y que existe un consenso en que deben desarrollarse más profesionales en ingeniería, ciencia y tecnología, para equiparar los niveles actuales de producción con los requeridos, se torna fundamental encontrar evidencias que permitan una toma de decisiones en la política educativa basada en la evidencia empírica, que conduzca a una mayor eficiencia y canalización del gasto en educación hacia el desarrollo de los profesionales más demandados en empresas de zona franca, especialmente en ingeniería, ciencia y tecnología; ante ello se plantea la siguiente pregunta de investigación:

***¿Cómo se corresponde la oferta profesional con las demandas laborales de las empresas de zona franca para el período 2017-2023?***

Dicha interrogante permitirá entender y cuantificar el grado de desarticulación que se presenta entre el nivel de profesionales que está formando el sistema educativo y la cantidad de profesionales que están requiriendo las empresas de zona franca y con ello identificar cuáles formaciones en específico y en qué medida deben desarrollarse y orientar el gasto en educación hacia el cierre de dichas brechas.

### **1.3. Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1. Objetivo general**

Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.

#### **1.3.2. Objetivos específicos**

Los objetivos específicos vendrán, por tanto, a llenar ese vacío de conocimiento que se tiene con respecto a una estimación precisa de brechas. Los objetivos específicos son:

1. Especificar la composición de la demanda de profesionales de las empresas pertenecientes al Régimen de Zonas Francas y sus correspondientes clústeres ocupacionales para el período 2017-2023.
2. Estimar la oferta de profesionales asociada con las demandas de las empresas de zona franca en Costa Rica y sus correspondientes clústeres ocupacionales, para el período 2017-2023.
3. Evaluar el equilibrio entre oferta y demanda de profesionales y sus correspondientes clústeres ocupacionales para el Régimen de Zonas Francas para el período 2017-2023.
4. Proponer mecanismos que contribuyan una estrategia de desarrollo de capital humano vinculada con las necesidades propias del modelo productivo del país.

## Capítulo 2. Marco teórico

El presente estudio puede analizarse desde diferentes construcciones teóricas, lógicas multidimensionales que posibilitan entender, desde enfoques complementarios, la importancia de comprender los fenómenos tecnológicos, la innovación y el rol medular que ocupa el capital humano en el aprovechamiento de las nuevas tecnologías; especialmente aquel vinculado con las capacidades ingenieriles y científicas, capaces de moldear el cambio técnico sobre el entramado productivo y traducir el crecimiento económico en desarrollo humano.

Asimismo, las teorías presentadas a continuación permiten entender las consecuencias de las brechas en dichos conocimientos para una transformación productiva sostenida, así como el instrumental teórico cuantitativo requerido para la cuantificación de dichas brechas y sus repercusiones sobre el bienestar.

Para ello, se acude a diferentes escuelas de pensamiento económicas, tales como la teoría del crecimiento endógeno (rol del capital humano), teoría de las ondas tecnológicas y la innovación de la escuela del cambio técnico, el desarrollo sostenible y el vínculo desarrollo – crecimiento del PNUD, las brechas CEPALINAS, el instrumental neoclásico – Marshalliano y la economía del bienestar Pigouviana.

En un primer momento, se exponen las teorías que asignan un rol clave al capital humano sobre el crecimiento económico y desarrollo de largo plazo de las naciones, así como la contribución que ejercen las capacidades ingenieriles al desarrollo. Seguido, de forma complementaria, se expone la teoría de las ondas tecnológicas como clave para entender los cambios tecnológicos y la consecuente irrupción de estos sobre la estructura productiva.

De igual forma, se caracterizan a las operaciones de alta tecnología de acuerdo con las capacidades e intensidad de conocimiento requeridos, se introducen los conceptos de conglomerados del conocimiento. Se expone la importancia que revisten las habilidades innovativas - ingenieriles tanto para el cambio tecnológico de una nación, su crecimiento de largo plazo, como para la contribución en los objetivos de desarrollo sostenible.

Posteriormente, se introduce el concepto de brechas; las principales brechas detectadas asociadas con la innovación con un énfasis especial a la que se tiene por objetivo en el presente estudio, las relacionadas con el desarrollo de un capital humano vinculado a la ingeniería, la ciencia y la tecnología, así como sus repercusiones en diferentes magnitudes sociales-económicas sobre la sociedad.

Por último, se muestra el instrumental neoclásico que permite evaluar la brecha entre la cantidad de capital humano generado en contraste con los requeridos por la nación, así como la importancia de generar niveles óptimos que generen un efecto positivo de desborde (externalidad positiva) sobre el tejido social. A su vez, se expone la importancia de una información efectiva para la toma de decisiones, los criterios de eficiencia en la educación y los criterios de eficiencia para la jerarquización de conocimientos, habilidades y atracción de operaciones acordes con estas.

## 2.1. Capital humano en el crecimiento económico y el desarrollo

Durante largo tiempo, la teoría económica fue capaz de entender el crecimiento económico únicamente por la cantidad empleada de los factores productivos: trabajo y capital, quedando como inexplicada una cuota de las variaciones en el nivel de producción que no respondía ante los incrementos en el nivel empleo o el capital empleado.

A partir de ello, la teoría económica ha progresado en descifrar cuáles fuerzas se ubicaban detrás del crecimiento económico que no era explicado por los incrementos en las cantidades empleadas de los factores productivos tradicionales, esencialmente en darle explicación a la variación en los niveles de progreso tecnológico que posibilitan emplear con mayor eficiencia los recursos, aumentar el nivel de productividad de cada factor e inducir, por tanto, un incremento en la productividad total de los factores (PTF), definida como un incremento sistémico en el nivel de producción debido a una mejora en la eficiencia y combinación en el uso de los recursos y no producto de una acumulación factorial. CEBR (2016).

Solow (1958) expuso la ley de los rendimientos marginales decrecientes y cómo, a medida que se incrementaba la intensidad factorial, la respuesta de los niveles de producción era menos que proporcional. Romer (1986), por su parte, en un trabajo pionero, fue capaz de medir la capacidad que tiene el conocimiento de romper con dicho paradigma en la medida que el conocimiento cuenta con ciertas propiedades que le impiden ser almacenado y resguardado del todo. Este, a través de la inversión en nuevo conocimiento produce externalidades de la que son beneficiados no únicamente el agente económico que realiza dicha inversión, lo que posibilita a la economía modernizarse sistémicamente y seguir creciendo. La cuestión radica en cuál tipo de conocimiento es el que posibilita que las empresas puedan innovar y también que dichos beneficios sean absorbidos al resto del entramado productivo. Existen modelos pioneros tratados a continuación que tratan dicha incógnita.

Abarca y Ramírez (2016), en un estudio del crecimiento de largo plazo para Costa Rica, estiman una función de producción, siguiendo el enfoque de Barro y Sala-i Martín (2004), citados por Abarca y Ramírez, 2016) incorporando la variable capital humano. Ellos parten de una función de producción de la siguiente forma:

$Q = f(A, K, L)$ , con  $A$  como nivel tecnológico,  $K$  como stock de capital de la economía y  $L$  como factor trabajo.

$$\frac{\dot{Q}}{Q} = g + \frac{F_K}{Q} \frac{\dot{K}}{K} + \frac{F_L}{Q} \frac{\dot{L}}{L} \quad (2)$$

Con  $\dot{Q}$  tasa de crecimiento del producto,  $F_K$  la productividad marginal del capital,  $\dot{K}$  tasa de crecimiento del stock de capital,  $F_L$  la productividad marginal del trabajo y  $\dot{L}$  la tasa de crecimiento del trabajo. Por lo tanto, la tasa de crecimiento tecnológico se calcula indirectamente como el crecimiento porcentual del nivel de producto que no está asociado a cambios porcentuales en uso de trabajo y capital (ver ecuación 3). Asumiendo que la productividad marginal se iguala a su precio (ver ecuación 4):

$$g = \frac{\dot{Q}}{Q} - \frac{F_K \dot{K}}{Q K} + \frac{F_L}{Q} + \frac{\dot{L}}{L} \quad (3)$$

$$W = F_L \text{ y } R = F_K \quad (4)$$

$$KF_K = RK$$

$$LF_L = WL$$

$$\frac{KF_K}{Q} = \frac{RK}{Q} = S_K$$

$$\frac{F_L}{Q} = \frac{WL}{Q} = S_L$$

$$g = \frac{\dot{Q}}{Q} - S_K \frac{\dot{K}}{K} + S_L \frac{\dot{L}}{L}$$

$$Q = AK^\alpha L^{1-\alpha} \quad (5)$$

Con  $\alpha$  como las elasticidades producto de la economía. La posterior inclusión del capital humano en el modelo da como resultado la siguiente especificación (ver ecuación 6):

$$Q = f(A, K, HL)$$

$$Q = AK^\alpha HL^{1-\alpha}$$

$$Q = \ln(A) + \alpha \ln(K) + 1 - \alpha \ln(HL) \quad (6)$$

Las elasticidades encontradas identifican una incidencia del capital humano un tanto menor para esta economía en concreto con respecto a otras. En estudios recientes, como el de Alcalá y Solaz (2020) sobre crecimiento económico, la evidencia econométrica encuentra que el factor capital humano resulta ser un elemento clave del progreso económico moderno de las naciones, en detrimento del capital físico que acompaña al crecimiento; mas no necesariamente lo explica, todo ello va de la mano y resulta congruente con los procesos propios de una economía basada en el conocimiento y cómo aquellos países con un mayor nivel de capacidad intelectual, capturado en esta variable, han tendido a crecer más.

Con ello, parece existir un consenso, ratificado empíricamente, en el que el capital humano aparece como fuerza motora del crecimiento económico. Una discusión más reciente se ha orientado en cuál tipo de capital humano se vincula más con el progreso tecnológico de las economías y el incremento de su productividad.

El progreso tecnológico de una economía tiene como fuerzas motoras una diversidad de determinantes asociados esencialmente con la innovación. La Royal Academy of Engineering (2016), por ejemplo, hace alusión al conocimiento técnico de una economía, manifestado en estándares de calidad, patentes y licencias, así como la calidad de la educación, la cantidad de años educativos entre la población y las inversiones en Investigación y Desarrollo (I+D).

La tecnología está presente en los diferentes procesos de una empresa y es parte intrínseca de las funciones de producción de los bienes y servicios. Una economía puede aumentar su nivel de producción de dos formas: a) incrementando la cantidad de factores productivos (uso extensivo) lo cual le permite producir más por aumento en el uso de cantidades de capital y trabajo); o b) introduciendo avances tecnológicos que convierten en más productivos y eficientes sus recursos de producción (uso intensivo o innovador), lo cual le permite producir más con la misma cantidad física de capital y trabajo.

De ahí la importancia que reviste el conocimiento y la capacidad intelectual en una economía que inicialmente usara extensivamente los factores de producción, pasando a un uso intensivo e innovador en el cual adoptan avances técnicos que permitan expandir la frontera productiva sin necesariamente incrementar la cantidad de factores productivos empleada. Los avances tecnológicos bien pueden llegar a través de invenciones, es decir, de nuevo conocimiento o a través de innovaciones mediante la incorporación de conocimiento ya existente, no implementado antes en una empresa, región o nación.

Para este estudio en concreto, resulta determinante entender cómo el conocimiento y el capital humano desempeñan un rol medular en el progreso económico, pues, a través de este, se producen las innovaciones, las invenciones y las consecuentes transformaciones del entramado productivo que permiten a una economía seguir una senda de crecimiento dinámica.

Sin duda, el capital humano juega un rol clave en el progreso económico y forma parte fundamental del presente estudio. No obstante, existe un tipo de capital humano en específico que es capaz de generar progreso económico a través de la adopción y creación tecnológica. El enfoque de Aghion et al. (2005, citado por Maloney y Valencia, 2017), encuentra evidencia relevante sobre la importancia que reviste un actor moderno del crecimiento, el ingeniero.

Maloney y Valencia (2017), en un estudio pionero del crecimiento, ofrecen evidencia robusta de la importancia de un actor moderno en el desarrollo tecnológico y el progreso económico en el largo plazo en las economías: el ingeniero. En dicho estudio, se corrobora cómo países con niveles de ingreso similares a principios de los 1900, pero con número de ingenieros diferente, crecieron a ritmos distintos, pues las diferencias en la cantidad de ingenieros en la fuerza de trabajo fueron clave para la adopción tecnológica de la segunda revolución industrial y la consecuente transformación estructural. A continuación, se expone el modelo utilizado por Maloney y Valencia (2017):

$$\mu_t = \frac{\lambda S_t^n Z_t^{1-\eta}}{\bar{A}_{t+1}} \quad (7)$$

$\lambda$  = productividad de la innovación tecnológica

$S$  = nivel de habilidades,  $S_t = \xi A_t$ , con  $\xi$  como tiempo de educación efectiva.

$Z_t$  = cantidad de insumos en proceso de innovación

$n$  = exponente tipo Cobb-Douglas de la innovación tecnológica

$\bar{A}_{t+1}$  = representa una especie de límite. A mayor progreso tecnológico (es decir, a mayor cercanía con la frontera tecnológica), mayor dificultad para innovar.

$$\mu_t = \frac{\mu^* \frac{A_t}{\bar{A}_t}}{1+g} \quad (8)$$

$\mu_t$  = tasa de innovación, es una función de los incentivos para ahorrar, del tiempo efectivo en educación, de los beneficios de la innovación. La productividad normalizada  $\frac{A_t}{\bar{A}_t}$  captura la capacidad de *absorción* creciente en la medida que una nación se acerca a la frontera tecnológica.

$(1+g)$ : captura la tasa de crecimiento de la frontera tecnológica y refleja cómo las habilidades locales para innovar dependen de la frontera tecnológica. A mayor ritmo de la frontera tecnológica, mayor esfuerzo para mantener la tasa de innovación constante.

Este modelo propuesto por Maloney y Valencia (2017) se torna fundamental para el presente estudio, pues identifica como diferencias en la acumulación de capacidades innovativas de las naciones se traducen en diferencias en el nivel de ingreso de estas en el largo plazo.

### 2.1.1. Capacidades ingenieriles y los ODS

A continuación, se introducen conceptos de las capacidades ingenieriles que complementan al estudio de Maloney y Valencia (2017) y los conceptos antes expuestos, que posibilitan entender la importancia de dichas capacidades dentro del crecimiento económico de una nación, en la creación e implementación tecnológica y la consecuente transformación productiva.

La Royal Academy of Engineering (2016) define la ingeniería como la aplicación científica creativa de principios que son puestos en práctica para inventar, diseñar, construir, mantener y mejorar estructuras, maquinaria, dispositivos, sistemas, materiales y procesos. Malpas (2000) lo define, a su vez, como el conocimiento requerido para concebir, diseñar, realizar, operar, sustentar, reciclar o retirar algo de elevado contenido tecnológico con un propósito en específico, ya sea un concepto, un modelo, un producto, un dispositivo, un proceso o un sistema.

El acervo de capacidades ingenieriles e innovativas de una nación y su conceptualización juegan un rol clave en el presente estudio, pues permite explicar como el nivel de desarrollo

tecnológico de una nación puede estar en función del tipo de capital humano que un país se encuentra desarrollando y las capacidades ingenieriles que este ostente. Asimismo, los conocimientos que capturan las habilidades ingenieriles, científicas y tecnológicas pueden llevar a entender el por qué son tan demandados y requeridos en el mercado laboral, así como cuáles son los conocimientos y habilidades que los países precisan priorizar con el propósito de acelerar su productividad y desarrollo.

Como se ha expuesto, bajo una economía basada en el conocimiento y en la medida que la ciencia económica ha ido descifrando los factores que estaban ocultos como determinantes fundamentales del progreso económico, se ha identificado que más que el uso extensivo factorial, es el progreso tecnológico y la productividad total de los factores lo que determina el crecimiento de largo plazo de las naciones. Las habilidades ingenieriles asociadas con la ciencia y tecnología tienen un peso relevante en el cambio técnico y en el cometido de los objetivos de desarrollo sostenible de los países.

La ingeniería ha desempeñado un rol medular en los avances en biomedicina, en la construcción de infraestructuras físicas y tecnológicas, en el desarrollo de alimentos, nuevos materiales y materias primas para manufactura. Los conocimientos que esta engloba están llamados a ocupar un papel más relevante para lograr el desarrollo de una nación.

Algunos de los campos en los que la ingeniería juega un rol fundamental y lo desempeñará, de acuerdo con la Royal Academy of Engineering (2016), son el desarrollo energético, el aseguramiento del recurso hídrico, la seguridad alimentaria, el transporte, la infraestructura, las telecomunicaciones y el progreso económico mediante incrementos en la productividad.

De acuerdo con Rahimifard y Trollman (2018), las capacidades ingenieriles pueden contribuir en la minimización de las presiones sobre el consumo de los recursos y el rebasamiento de los límites ecológicos a través de invenciones que permitan desarrollar patrones resilientes, de allí a que la ingeniería sea en gran medida responsable del salto tecnológico de las naciones y la transición hacia nuevos patrones de crecimiento.

Es importante entender estas áreas de desarrollo y la importancia que reviste el *stock* de conocimiento que un país ostente en ingeniería, ciencia y tecnología, puesto que, de dichas habilidades innovadoras, dependerá en buena parte el cometido de los ODS y una exitosa transición hacia el desarrollo por parte de una nación.

## **2.2. Revoluciones Tecnológicas y paradigma tecno-económico**

Freeman y Louça (2001), Schumpeter (1880-1950) y Kondratieff (1892-1938), citados en Pérez (2005), exponen una serie de conceptos que resultan interesantes para entender cómo las invenciones tecnológicas son capaces de generar efectos disruptores sobre el entramado productivo a nivel global y cómo estos cambios deben venir acompañados de variaciones en las esferas sociales e institucionales con el propósito de minimizar los costos sociales, aprovechar las bonanzas de los avances tecnológicos y moldear así el estilo de desarrollo.

Para el presente estudio, dicha teoría resulta de gran utilidad, al permitir entender cómo naciones subdesarrolladas no han logrado maximizar los beneficios de un paradigma tecnológico propio de una economía basada en el conocimiento y cómo dicho desaprovechamiento acentúa ciertas asimetrías en la dinámica productiva de las economías.

De acuerdo con lo que expone la autora, una revolución tecnológica puede ser entendida como un poderoso conjunto de tecnologías, productos e industrias nuevas y dinámicas, con capacidad de sacudir los cimientos de la economía e impulsar una oleada de desarrollo de largo plazo. Cada revolución tecnológica ha conllevado un reemplazo masivo de un conjunto tecnológico por otro, a través de la sustitución o modernización de los equipamientos, procesos y formas de operar existentes.

Asimismo, cada revolución tecnológica trae consigo un potencial para inducir un salto cuántico en la productividad de una gran cantidad de actividades económicas. De esta forma, define un paradigma tecnoeconómico como un vehículo de difusión de dichos conjuntos tecnológicos, a través de herramientas duras y blandas que modifican la capacidad productiva.

Cada revolución tecnológica, al sacudir los cimientos y marcos convencionales de operaciones, produce un desajuste creciente del sistema social y regulatorio que fue concebido para adecuarse a un paradigma anterior. Los cambios ocurridos en la esfera tecnoeconómica suponen elevados costos sociales en términos de pérdida de empleos, habilidades y desplazamiento geográfico de las actividades. Por ello, la teoría se torna fundamental, en la medida que permite explicar cómo la desarticulación entre esferas institucionales y económicas puede conducir a resultados no óptimos y a moldear un crecimiento económico que no vaya de la mano con el desarrollo y el progreso social.

La forma funcional que propone Pérez (2005) es la de una curva propia de innovación en forma de una especie de  $S$  también llamada onda u ola tecnológica; a nivel microeconómico, es la misma forma de un proceso de innovación originado, por ejemplo, desde una empresa, que mide dos magnitudes: una de esfuerzo y otra de rendimiento. El esfuerzo, por ejemplo, medido en inversión en I+D u horas de investigación frente a una medida de output.

En lo que respecta al presente estudio, no interesa tanto analizar las diferentes etapas de la onda tecnológica, sino entender que la aparición de un nuevo conjunto tecnológico también debe venir acompañada de articulaciones socio institucionales capaces de aprovechar los beneficios propios de la nueva configuración productiva global. En la misma línea, tal como lo expone la Pérez (2005), comprender las ondas tecnológicas puede ayudar a mirar prospectivamente y contribuir a diseñar a tiempo las acciones requeridas para aprovechar las oportunidades que están por presentarse.

Como complemento indispensable a los preceptos teóricos antes propuestos, se incorpora el cuadro 6 que muestra algunas de las dicotomías que señala Pérez (2005).

Estas resultan útiles para comprender la importancia de una buena adaptación de las esferas sociales e institucionales, capaces de entender y orientarse con los debidos esfuerzos ante

los cambios tecnológicos. La implementación de nuevos patrones de crecimiento debe venir acompañada de una variación estructural en otras aristas como las educacionales e infraestructurales, donde la lógica misma sugiere un acoplamiento entre las distintas esferas tanto tecnoeconómicas como socioinstitucionales.

### **Cuadro 6**

#### **Dicotomías producidas por las difusiones tecnológicas, a nivel nacional, regional e industrial.**

<b>Nuevo</b>	<b>Antiguo</b>
Industrias nuevas	Industrias maduras
Industrias modernas - métodos innovadores	Industrias anticuadas - métodos apegados a viejos modos
Regiones dinámicas	Regiones rezagadas
Capacidades para participar en las nuevas tecnologías	Capacidades que se tornan obsoletas
Población ligada a empresas modernas y regiones dinámicas	Población amenazada por desempleo e incertidumbre en sus ingresos
Países incorporados a nuevas oleadas tecnológicas	Países estancados

*Fuente:* elaboración propia con base en Pérez (2005).

### **2.2.1. Sociedad de la información y economía del conocimiento**

Siguiendo el marco de Kondratieff (1892-1938, citado en Pérez, 2005), Schramm (2017) indica que la literatura económica, esencialmente desde la escuela de la innovación y el cambio técnico, reconoce cinco grandes oleadas tecnológicas, hitos que vinieron a revolucionar las formas establecidas de producción-consumo e incluso de vida. El cuadro 7 resume cada revolución económica.

### **Cuadro 7**

#### **Las 5 revoluciones tecnológicas, 1771-1971.**

<b>Revolución tecnológica</b>	<b>Era</b>
Primera	Revolución industrial
Segunda	Era del vapor y los ferrocarriles
Tercera	Era del acero, la electricidad y la ingeniería pesada
Cuarta	Era del petróleo, el automóvil y la producción en masa
Quinta	Era de la informática y las telecomunicaciones

*Fuente:* elaboración propia con base en Pérez (2005), Schramm (2017) y Royal Academy of Engineering (2016).

En todas estas revoluciones, un insumo productivo o fuente energética es la que aparece como motor dinamizador y disruptor del entramado productivo instalado. Lo que caracteriza a la quinta oleada de innovación, a diferencia de las otras, es que el insumo clave no se trata de un factor productivo físico, como los tradicionales, capital y trabajo, sino de un activo intangible, como lo es el conocimiento y la capacidad intelectual.

La economía del conocimiento, por tanto, se puede denotar como las formas de producción que tienen al conocimiento como el factor productivo más relevante en los procesos de desarrollo de bienes y servicios. Entender la economía del conocimiento y su funcionamiento resulta clave para comprender el rol que juega este en la producción de bienes y servicios.

El concepto de economía del conocimiento pone como factor medular la capacidad intelectual en los procesos de generación de bienes y servicios, por tanto, orienta a identificar cuáles son esos conocimientos y conglomerados de habilidades que un país precisa desarrollar para aprovechar las bonanzas de las ondas tecnológicas.

Ante ello, encontrar una definición operacional de qué se entiende por conocimiento es vital para comprender el rol que juega este en la absorción tecnológica y la transición hacia procesos más intensivos de este insumo intangible y el consecuente cambio técnico de una nación.

### **2.2.2. Capacidades tecnológicas**

De las capacidades tecnológicas con las que cuente una economía depende el grado de absorción tecnológica de una nación, región o industria, así como del tipo de tecnología y su grado de avance relativo que esta pueda absorber. A través del desarrollo técnico, las regiones y naciones pueden mejorar y escalar en la pirámide de la cadena de producción, generando círculos virtuosos. En este apartado, a las contribuciones se añaden los aportes de Xuemei et al. (2018).

Ricken y Malcotsis (2016) proponen diferentes niveles mediante los cuales una nación, región o industria se encuentra en sus capacidades tecnológicas. En un primer nivel, se ubican las capacidades de ensamblaje, vinculadas con actividades intensivas en uso de fuerza laboral y bajas en contenido tecnológico con respecto a otras etapas de la producción. Actividades más intensivas en conocimiento, pero que se ubican en esta etapa, son los controles de calidad, el mantenimiento y la solución de problemas. En la siguiente etapa, se ubican las capacidades manufactureras, requeridas para lograr niveles de calidad y eficiencia complejos para elevados volúmenes de producción.

Para lograrlo, se requiere la recolección y documentación de procesos, así como la creación y desarrollo de habilidades gerenciales. En una etapa intermedia, se localizan las capacidades duplicativas, esto significa las habilidades requeridas para realizar ingeniería inversa o licenciar y desarrollar una tecnología existente. En el cuarto nivel, se encuentran las capacidades adaptativas, que posibilitan la adaptación tecnológica, así como la mejora de tecnologías importadas; dicha etapa es desafiante si existen divergencias marcadas entre los centros que ostentan las tecnologías y las capacidades internas. Por último, las capacidades

innovativas designan procesos de inversión y desarrollo formales, asociados con actividades al borde tecnológico y la creación de nuevas tecnologías. En dicho estado las empresas diseñan, desarrollan y prueban nuevos productos y procesos.

Xuemei et al. (2018), a su vez, descomponen la capacidad de absorción en cuatro dimensiones. Esta clasificación contribuye a distinguir entre las diferentes fuentes de dicha condición (innovación) y complementa a la de los autores antes mencionados:

1. **Adquisición de conocimiento:** habilidad desarrollada por una empresa, en la identificación y adquisición de conocimiento generado externamente mediante la interacción con su medio, interno y externo. Esta es la primera fase de la absorción de conocimiento.
2. **Asimilación de conocimiento:** refiere a las rutinas y procesos que permiten a una firma analizar, interpretar y obtener información obtenida de fuentes externas; esta capacidad puede acelerar la tasa de solución de problemáticas y acortar los ciclos de desarrollo de nuevos productos y mejorar la competitividad empresarial. La asimilación de conocimiento se correlaciona positivamente con el desempeño innovador.
3. **Transformación de conocimiento:** designa un proceso de transformación de conocimiento tanto tácito como explícito; denota la capacidad de una firma de desarrollar y refinar rutinas que faciliten la combinación del conocimiento existente, con el nuevo y adquirido. Una transformación efectiva del conocimiento acelera la absorción de nuevos conocimientos, la innovación y el desempeño en los negocios.
4. **Explotación del conocimiento:** este hace referencia a la habilidad de la empresa de adquirir, asimilar y transformar conocimiento para sus operaciones y rutinas, siendo capaz de solucionar problemas y permitiéndoles crear nuevas oportunidades, competencias, procesos y traducirlos en beneficios. La aplicación efectiva de conocimientos para resolver problemas y generar beneficios puede dar cuenta del valor del conocimiento. En la cúspide, se ubica el desempeño innovador producto del cumplimiento de las otras condiciones.

Estos últimos conceptos son claves, según Pérez (2005), las revoluciones tecnológicas son capaces de inducir un salto cuántico en el nivel de productividad de las naciones, regiones e industrias, para ello resulta clave entender las características propias de la onda tecnológica imperante y la que se avecina; además, las condiciones que deben cumplirse para moldear el advenimiento de una onda tecnológica y traducirlo en progreso y desarrollo social. Entender las capacidades tecnológicas que ostente una sociedad, sus diferentes capas y los niveles en los que se encuentra es trascendental, pues de estas depende la capacidad de entender los procesos tecnológicos, absorberlos, moldearlos, adaptarlos y mejorarlos.

**Figura 1**  
**Capacidades de absorción de conocimiento de una nación, región o industria por intensidad en conocimiento**



*Fuente:* elaboración propia con base en Xuemei et al. (2018).

### 2.2.3. La importancia de la tecnología

Llegados a este punto, es posible comprender al conocimiento como punto medular para entender la adopción tecnológica de un país. Según lo expuesto por Maloney y Valencia (2017), el *stock* de ingenieros que ostenta una nación se utiliza como variable proxy de las capacidades innovadoras de una economía (*absorptive capacity*) y esta, a su vez, complementando los conceptos propuestos por Ricken y Maltcosis (2016), es definida como la capacidad de absorber tecnologías extranjeras, modificarlas y mejorarlas.

Dicha especificación funcional es clave para entender cómo naciones con un elevado nivel innovativo y, por lo tanto, capaces de generar actividades de I+D crecen más rápido, respecto a otras naciones con menores capacidades innovativas, y cómo dicha condición se denotará en una senda de crecimiento divergente que se mostrará en diferencias marcadas en niveles de ingreso en el largo plazo.

### 2.3. La Inversión Extranjera Directa

Un país en desarrollo no es capaz de dar un salto tecnológico de manera independiente. La forma en la que una nación puede modernizar su tejido productivo pasa por la importación tecnológica. Ello ha conllevado a que se realicen esfuerzos importantes en materia de atracción de IED por parte de economías subdesarrolladas, con la esperanza de que la llegada de flujos extranjeros de alta tecnología genere un efecto derrame positivo en una nación.

No obstante, como bien lo sugieren Paus (2005) y Gallagher et al. (2009), las políticas de atracción de IED no se traducen inmediatamente en crecimiento económico y menos en desarrollo. La dirección (positiva o negativa), magnitud (pequeña, mediana o elevada) y velocidad

(tiempo) con la que la atracción de IED sea capaz de generar beneficios en los países receptores depende de los mecanismos y políticas domésticas que posibiliten la capacidad de absorción tecnológica y de conocimientos. A continuación, se exponen esos mecanismos sobre los cuales un país puede absorber dichas tecnologías. Estas teorías permitirán explicar el rol que juega el capital humano en la transferencia tecnológica y por qué un país que es capaz de atraer flujos importantes de IED no logra traducirlos en incrementos sistémicos de la productividad y desarrollo.

Siguiendo, por ejemplo, a De Schutter et al. (2012) y la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE, 2009), la IED puede definirse como la inversión de una corporación en una economía diferente a la de su procedencia, con el objetivo de obtener un beneficio. La IED presenta dos tipos: las inversiones *greenfield* que se corresponden con nuevas instalaciones de planta o expansión de las instalaciones de planta y el otro tipo responde a uniones o adquisiciones de empresas nacionales por parte de extranjeras. Las primeras constituyen el objetivo principal, pues incrementan la capacidad productiva de una nación, complementando los bajos niveles de inversión que caracterizan a economías en desarrollo, creando empleos, así como elevando el potencial de transferencia tecnológica y el *know how* interno. El otro tipo se limita a una transferencia de propiedad de activos y recursos, mas no necesariamente a una creación efectiva de capital e inclusive de empleo.

Para el presente estudio, no hace falta tanto detenerse en dichos conceptos, pero sí debe quedar claro que lo que un país precisa de atraer es inversiones de tipo *greenfield* en cantidad y calidad, que vengán a incrementar la capacidad productiva de la nación, a generar empleo y a tener un efecto potencial sobre la economía receptora.

### 2.3.1. Los determinantes de la Inversión Extranjera Directa

Las empresas multinacionales tienen objetivos diferentes al establecerse en distintas naciones y, de esta manera, segmentar los procesos de producción. De la cantidad, pero sobre todo de la calidad de la IED, un país puede hacer de esta un motor clave para su transformación tecnológica. La literatura reconoce cuatro grandes razones por las que estas empresas implementan operaciones en un país (De Schutter et al. 2012; Gallagher et al., 2009; Ricken y Malcottsis, 2016):

1. **Búsqueda de recursos naturales (*Natural Resource seeking*):** basada en la explotación de materias primas, que son generalmente exportadas sin ser transformadas. Este tipo de inversión está asociada a actividades mineras, canteras o extracción petrolera, es decir, actividades incluidas en el sector primario.
2. **Búsqueda de mercado (*market seeking*):** está generalmente asociada con las actividades de servicios y manufactura, y el motivo es, como su nombre lo indica, las oportunidades de mercado como gustos de los consumidores y sus efectos potenciales en ganancias derivadas.
3. **Búsqueda de eficiencia (*Efficiency seeking*):** las empresas buscan localizarse donde puedan obtener un mayor nivel de rentabilidad en sus operaciones. Este tipo de inversión extranjera se ubica donde se presentan costos salariales comparativamente menores; generalmente, responde a actividades intensivas en fuerza de trabajo.

4. **Localización por activos estratégicos:** este tipo de inversión es la de mayor valor agregado. Hace referencia a la llegada de inversión de operaciones de la más alta calidad, como I+D. Y los activos endógenos de conocimiento, esencialmente capital humano, con los que cuente un país son fundamentales para atraer este tipo de IED.

Queda claro, por tanto, que una nación debe aspirar a atraer IED de alta calidad para poder captar beneficios más extendidos que se transmitan hacia el resto del tejido productivo doméstico.

### 2.3.2. Desbordes de conocimiento y transferencia tecnológica

La transferencia tecnológica es uno de los componentes pilares mediante el cual una nación puede absorber tecnologías foráneas e incrementar su nivel tecnológico. Por ello, distintos autores han procurado dibujar contornos que permitan entender cómo ocurre esta y cómo puede impulsarse.

Apoyados en el marco propuesto por Ricken y Malcottsis (2016) y Xuamei et al. (2018), de las capacidades tecnológicas depende de manera lógica las capacidades de absorción tecnológica y después de ello, las capacidades innovativas. La capacidad de absorción tecnológica puede ser definida como la habilidad de reconocer el valor de una tecnología y asimilarla, esto puede ocurrir a distintos niveles, tanto individual como a nivel organizacional, regional, industrial y nacional. La capacidad de absorción de cualquiera de estos agentes y a cualquier nivel, depende del conocimiento acumulado relacionado con la tecnología que posibilite entenderla, asimilarla, usarla y extraer valor de ella. Estos conceptos son parte medular del presente estudio, pues llegados a este punto, permiten entender que las capacidades de absorción de una nación dependen de un capital humano capaz de reconocer tecnologías, entenderlas, asimilarlas, adaptarlas, implementarlas y mejorarlas; no todos los conocimientos y habilidades son capaces de lograr esto; por tanto, esta teoría posibilita entender la importancia de cierto tipo de conocimientos en las capacidades de absorción tecnológica e innovación de las naciones.

Gallagher et al. (2009) mencionan cinco factores clave a través de los cuales los países pueden absorber conocimiento:

1. **El capital humano:** contratado y entrenado en las empresas multinacionales, que aplica conocimiento técnico y de gestión, y que en el largo plazo desarrolla su propia empresa o trabaja para una empresa local, transfiriendo y aplicando dichos conocimientos.
2. **Efectos demostración:** las empresas locales adaptan, introducen y producen tecnologías mediante la imitación o la ingeniería inversa. No únicamente tecnologías duras, sino suaves, como estándares orientados a mejorar la productividad relacionados con insumos, calidad del producto, medio ambiente y gestión laboral (Ricken y Maltcottsis, 2016).
3. **Los efectos de competición:** las empresas multinacionales ejercen presión en la adopción de nuevas tecnologías y la utilización más eficiente de los recursos. Encadenamientos productivos hacia atrás: las empresas locales vinculadas a las transnacionales pueden recibir entrenamiento para cumplir con sus requerimientos en términos de calidad y especificidad,

así como criterios ambientales, adicional a ello, capacidad exportadora y apertura a mercados.

4. **Encadenamientos productivos hacia adelante:** las operaciones de multinacionales también pueden impactar los procesos de producción de otras industrias.
5. **Desbordes ambientales:** saltos tecnológicos (*technological leapfrogging*): mediante la transferencia de tecnología sobre el estado del conocimiento y técnicas de gestión.

Dentro de estos mecanismos sugeridos por la literatura, queda claro que un componente fundamental es el capital humano, pues son las personas las que almacenan conocimientos y tecnología capaces de aplicarlos en otras empresas e industrias.

### **2.3.3. Contribuciones de la IED a la economía receptora: crecimiento, reducción de pobreza e inequidad**

La llegada de inversión extranjera directa puede compensar los bajos niveles de inversión que caracteriza a las naciones en desarrollo, contribuyendo con la acumulación de capital y la expansión de la capacidad productiva de los países (Ricken y Malcottis, 2016; De Schutter, 2012; Gallagher et al., 2009).

El mayor beneficio de la IED tiene que ver con el potencial de transferir conocimiento y tecnología a las naciones receptoras y con ello acelerar el cambio tecnológico manifestado en el desarrollo de productos y servicios de manera más eficiente.

Como lo muestran tanto los argumentos teóricos como evidencia empírica, la IED de alta tecnología es capaz de generar crecimiento económico; sin embargo, la capacidad de la IED de impactar en el desarrollo de las naciones solo se produce bajo ciertas condiciones. Con ello, no se presenta un vínculo directo entre la inversión foránea de alta tecnología y la reducción de la pobreza, pero sí canales sobre los cuales esta puede cooperar en el mejoramiento de las condiciones del país receptor.

De Schutter (2012) propone cuatro canales: el crecimiento económico, el empleo, los salarios y la recaudación fiscal. Sobre la última, bien es conocido el costo fiscal en la literatura, por lo que este no representa un canal directo del cual beneficiarse de las operaciones de alta tecnología en el país; en lo que respecta al empleo, tanto directo como indirecto, se precisa desarrollar una fuerza de trabajo de alta calificación, para el caso de los salarios, debido al elevado componente tecnológico de las empresas multinacionales y el elevado nivel de capital per cápita con el que operan los trabajadores, se brindan remuneraciones por encima de la media nacional.

### **2.3.4. Empresas multinacionales de alta tecnología y sus operaciones**

Las empresas multinacionales de alta tecnología (EMATs) se considera que poseen una serie de activos (*bundle of assets*), específicamente, tecnológicos, técnicos y de experticia en la gestión, que las convierten en más productivas y sostenibles ambientalmente en comparación con las empresas domésticas de los países en desarrollo (Gallagher et al., 2009). Asimismo, Saggi (2002) las denomina empresas que se ubican sobre la frontera del conocimiento y De Schutter

(2012) como empresas más productivas y tecnológicas, con mejores salarios y mejores prácticas laborales que las empresas domésticas.

Dichas características son coincidentes con la evidencia empírica en concreto para el caso de Costa Rica. Por lo tanto, cuando se haga referencia a las empresas multinacionales, se entenderá por estas, unidades productivas intensivas en capital tecnológico y conocimiento, con una productividad del trabajo por encima de la doméstica, con mejores salarios que los nacionales, con tecnología que se ubica sobre la frontera del conocimiento y mejores prácticas ambientales y laborales.

Analíticamente, podríamos representar estas ideas de la siguiente forma:

$$\frac{K_{zona franca}}{L_{zona franca}} > \frac{K_{local}}{L_{local}} \quad (9)$$

Con:

k = capital

L = trabajo

$$Productividad_{zona franca} > Productividad_{local} \quad (10)$$

Por tanto, las remuneraciones respectivas son tales que:

$$W_{zona franca} > W_{local} \quad (11)$$

Con:

W = salarios

Todas las características que reúnen estas empresas y sus operaciones en el país convierten en indispensable no únicamente maximizar el nivel de empleo dentro de ellas, sino potenciar los efectos sobre los cuales se pueden extender sobre el resto del tejido productivo, mecanismos que ya han sido analizados.

De forma complementaria al entendimiento de las condiciones que un país debe reunir para absorber conocimientos y tecnologías, existen criterios que identifican algunas operaciones de avanzada como más importantes unas que a otras, por su calidad y capacidad de aumentar el nivel tecnológico de la nación.

#### **2.4. Caracterización de operaciones en función de la intensidad del conocimiento requerido**

No siempre resulta fácil distinguir entre un bien (físico) y un servicio, como ya lo exponían Céspedes y González (2002). Lo que interesa en la caracterización de las operaciones de alta tecnología (servicios o productos) es, esencialmente, cuán intensivos son en conocimiento las diferentes actividades de dichas empresas y cuáles son las actividades que brindan mayor valor

agregado a un país, en términos de salarios, empleo y potenciales efectos positivos que contribuyan al progreso económico y cambio técnico de la estructura productiva doméstica.

La identificación de las actividades por su nivel de conocimiento resulta útil para jerarquizar las actividades productivas, en la medida que, si bien todas o la mayoría de ellas están asociadas con la alta tecnología, no todas constituyen *per se* actividades a donde deben orientarse esfuerzos y recursos en la formación educativa y profesional.

Como se abordará más adelante, al estar trabajando con capital humano profesional asociado con actividades intensivas en conocimiento, otras actividades de alta tecnología, pero en un nivel relativo inferior de esta, quedan descartadas para el presente estudio. De esta manera, se torna imprescindible contar con aportes teóricos que brinden una clasificación de las operaciones de alta tecnología, así como el nivel de conocimiento que está asociado a este tipo de actividades y las habilidades por ellas requeridas. Así mismo, es importante recalcar que, desde un punto de vista de la toma de decisiones, no necesariamente lo más demandado ni lo más tecnológico es donde un país debe orientarse, puesto que se considera esencial identificar esas operaciones vinculadas con alto valor agregado y mayores potenciales efectos positivos.

Ciravegna (2012) expone los procesos que implementan las empresas multinacionales en las economías receptoras, la clasificación que propone el autor es una con cinco ramas:

1. **Tecnologías de la información:** almacenaje de información (*data warehousing*), programación de *software*, desarrollo de contenido, gestión de aplicaciones, gestión de infraestructura de información y tecnología, servicios de consultoría de información, tecnología y gestión de redes.
2. **Procesos asociados con negocios:** gestión del recurso humano, gestión del consumidor (ventas y *marketing*).
3. **Gestión de procesos de la empresa:** logística, gestión de la cadena de valor (*supply chain management*), procesamiento de datos, contabilidad.
4. **Asistencia al consumidor:** centros de llamada (*call centers*) y centros de contacto, estos implican procesos de asistencia y soporte a los consumidores a través de correo electrónico y llamada telefónica. Dichos procesos son los menos intensivos en conocimiento.
5. **Procesos relacionados con conocimiento:** investigación, minería de datos, ingeniería, diseño de servicios, servicios especializados de información y tecnología para manufactura, procesos estadísticos.

Abdal et al. (2016), por su parte, en una clasificación innovadora descomponen las actividades en función de su intensidad tecnológica y de conocimiento:

- **Servicios tecnológicos intensivos en conocimiento (*KIS Technology*):** telecomunicaciones, tecnologías de información, arquitectura e ingeniería, testeo y análisis técnicos, I+D en ciencias exactas y física.
- **Servicios profesionales intensivos en conocimiento (*KIS Professional*):** contabilidad, legales, consultorías de gestión de negocios, I+D en ciencias sociales y humanidades, mercadeo, diseño y fotografía.

- **Servicios financieros intensivos en conocimiento (*KIS Financial*):** servicios financieros, de pensiones y de seguros.
- **Servicios sociales intensivos en conocimiento (*KIS Social*):** educación tecnológica técnica y profesional, servicios de cuidado médico y en laboratorios.
- **Servicios culturales intensivos:** publicaciones, música, audiovisual, agencias creativas, periodísticas y artísticas.

Muller y Dorodeux (2007), a su vez, clasifican los procesos intensivos en conocimiento en actividades:

- **Computación y actividades relacionadas:** consultoría de *hardware*, suministro y consultoría de *software*, procesamiento de datos, actividades relacionadas con bases de datos, mantenimiento y reparación de equipo computacional.
- **Investigación y desarrollo (I+D):** investigación y desarrollo experimental en ingeniería y ciencias naturales, investigación y desarrollo experimental en ingeniería y ciencias sociales. Otras actividades de negocios: contabilidad, investigación de mercados, consultoría de impuestos, actividades ingenieriles y de arquitectura, análisis y testeo, publicidad.

Monge y Hewitt (2016), a su vez, clasifican los servicios de empresas de alta tecnología en función de su complejidad y las habilidades que debe reunir el recurso humano para operar en ellas; por lo que resulta de gran utilidad para el presente estudio en la medida que permite jerarquizar cuáles operaciones debe atraer el país y estrechamente relacionado con estas, las habilidades y conocimientos que se precisan para poder atraerlas. Esta, de la mano con los aportes anteriores, resulta la más trascendental, pues permite jerarquizar también por nivel de sofisticación en el conocimiento requerido:

- **Centros de contacto:** directamente relacionados con asistencia a clientes, se precisan de conocimientos básicos a nivel de secundario, pues en estas se enmarcan actividades básicas, sumamente predefinidas y estandarizadas.
- **Tercerización de Servicios de back office (*Business process outsourcing*):** algunos están asociados a actividades administrativas básicas, digitación de datos, procesamiento de documentos y procesos altamente repetitivos que no implican la necesidad de habilidades de alta calificación. Mas otros requieren de una sofisticación mayor; actividades como finanzas, contabilidad, gestión de recursos humanos, compras y gestión de la cadena de suministro se encuentran dentro de esta clasificación.
- **Servicios en tecnologías de información:** estos incluyen soporte técnico, provisión de infraestructura, programación de *software* y consultoría. El grado de calificación en esta área es variable, pero los procesos más complejos en TI sí están asociados con capital humano de elevado grado de capacitación.
- **Tercerización de Servicios basados en conocimiento (*Knowledge process outsourcing*):** para estas actividades, se precisa de recurso humano altamente calificado, generalmente con nivel universitario. Está vinculado con la investigación y

el desarrollo, el diseño digital y la creación de contenido, la reingeniería de procesos y varios tipos de investigación específica como legal, farmacéutica o financiera.

#### 2.4.1. El enfoque de clústeres: clústeres industrial y ocupacional

Un último aporte, pero no menos significativo, lo arrojan tanto el estudio elaborado por CAEL (2019) como el de HR&A (2019) para las operaciones de alta tecnología en los Hampton y en New York, respectivamente.

En el primero se introduce el concepto de clúster ocupacional y educativo asociado con los clústeres industriales, propios de la naturaleza de cada actividad productiva. Un clúster ocupacional resulta un enfoque relativamente nuevo en los tópicos del desarrollo industrial o regional. A diferencia de los clústeres industriales que se enfocan en ¿qué producir?, estos se interesan por el conocimiento y habilidades que deben adquirir las personas para trabajar en dichos conglomerados (Nolan et al., 2011). A continuación, se exponen algunos de los clústeres industriales y ocupacionales que se consideran clave para el presente estudio:

- **Clúster industrial aeroespacial:** asociado con la investigación, diseño y manufactura espacial y de tecnología espacial, sus productos y partes incluyendo aeronaves comerciales, militares y vehículos aéreos no tripulados.
- **Clúster industrial de back-office:** correspondiente a actividades rutinarias relacionadas con negocios y mantenimiento.
- **Clúster de contenido creativo:** este conglomerado se asocia con la producción de música y videos, radio, televisión, periódicos, revistas y publicaciones en internet.
- **Clúster industrial de electrónica:** vinculado con manufactura, venta al por mayor y reparación de equipo electrónico y semiconductores.
- **Clúster industrial de finanzas:** asociado a actividades financieras, de aseguramiento y bienes raíces.
- **Clúster industrial de materiales:** diseño, venta al por mayor y manufactura de materiales complejos incluyendo papel, químicos, plástico, cuero y otros materiales avanzados.
- **Clúster industrial de metalmecánica:** vinculado con operaciones asociadas con el procesamiento y manufactura de componentes y productos del metal.
- **Clúster industrial de servicios profesionales:** en este se encuentran operaciones de arquitectura, ingeniería, legales, de contabilidad, de gestión y otros servicios técnicos.
- **Clúster de investigación:** en este conglomerado se engloban las actividades científicas y de desarrollo.
- **Clúster industrial de *software* y tecnologías de la información:** en este se enmarcan los sectores de tecnología, incluyendo publicidad en *software*, diseño de sistemas de computación, procesamiento de datos y servicios de almacenamiento y gestión de la información.
- **Clúster de transporte y logística:** asociado a actividades de transporte de bienes y personas, almacenamiento de productos, envío de paquetes. Involucra actividades comerciales, personales y de turismo aéreo, terrestre y marítimo.

Asimismo, el estudio de HR&A (2019) brinda las industrias tecnológicas y las ocupaciones vinculadas con estas:

- **Industrias:** manufactura y equipo de computación, componentes electrónicos y semiconductores, equipo electromédico, productos aeroespaciales, telecomunicaciones, procesamiento de datos, diseño de sistemas de computación, investigación científico y desarrollo de servicio.
- **Ocupaciones: Computación:** gestión de sistemas de información, investigadores, analistas de sistemas y de seguridad, programadores, administradores de redes, arquitectos de redes, ingenieros en *hardware*, desarrolladores web, desarrolladores de software y de aplicaciones.
- **Ingenieros y técnicos:** aeroespaciales, biomédicos, químicos, industriales, de ventas, eléctricos y electrónicos, electromecánicos.
- **Tecnologistas y técnicos:** cardiovasculares, de laboratorios clínicos, de medicina nuclear, de imagen y resonancia magnética, avionistas y estadísticos e investigadores de operación.

## 2.5. Las brechas en economía

Luego de abordadas las revoluciones tecnológicas, las propiedades del conocimiento y la tecnología, las capacidades requeridas para adoptarlas o generarlas, el elevado contenido tecnológico del que están dotadas las operaciones de empresas multinacionales, sus operaciones y los conocimientos asociados con estas; así como la evidencia econométrica de la capacidad de los diferentes niveles de capital humano y las capacidades innovativas de moldear una onda tecnológica y traducirla en progreso sostenido, ahora se debe centrar la mira sobre las brechas, pues, a partir de la conceptualización y medición de esta, se podrá detectar la magnitud de la diferencia entre los niveles de capital humano que precisa el país y los que está formando.

Toda brecha supone una diferencia entre una condición actual y un estado óptimo. Por lo general, estas están asociadas a cuellos de botella que frenan la ruta al desarrollo, véase, por ejemplo, Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL, 2016) y Sánchez et al. (2017).

La problemática asociada con la identificación y estimación de brechas es que estas, en una gran cantidad de casos, son una variable no observable directamente, lo cual convierte en compleja su cuantificación. La **brecha de producto** por la que se interesan las autoridades es conocida, especialmente a nivel macroeconómico; esta indica cuán lejos está un país de su nivel de producción óptimo (o natural), de acuerdo con el Fondo Monetario Internacional (FMI, 2013). El producto potencial de una economía es la cantidad máxima de bienes y servicios que puede generar operando a un nivel de eficiencia máximo; por ello, también se denomina nivel de plena capacidad (o de pleno empleo). Una brecha de producto designa a una economía que es ineficiente porque está consumiendo demasiados recursos para un nivel dado de producto) o no está utilizando de forma óptima su capacidad productiva.

Otras de las brechas fundamentales donde su cálculo ocupa el interés académico debido a su importancia para el desarrollo de una nación son las que tienen que ver con género, desigualdad de ingresos, a nivel fiscal, en educación, en infraestructura, en productividad e innovación (CEPAL, 2016). Todas estas variables están interrelacionadas y responden a una lógica de simultaneidad, el cierre de una brecha en un área puede contribuir al progreso en otra arista clave del desarrollo.

Asimismo, tal como lo proponen Sánchez et al. (2017) en un documento sobre brechas en infraestructura en Latinoamérica, una brecha también puede y debe definirse en condición de lo deseado, para lograr un determinado objetivo. Estos autores proponen el cálculo de una brecha también con respecto a las condiciones deseadas, en función de un objetivo, en ese caso, para los proyectos en infraestructura, que deben responder a calidad, integralidad, eficiencia y sostenibilidad, de la mano con los ODS.

Para el propósito del presente estudio, interesa, esencialmente, poder caracterizar la brecha existente en las formaciones profesionales requeridas por las empresas multinacionales con operaciones tecnológicas en el país, pero también las repercusiones que tiene dicha brecha en otros indicadores clave para la transformación productiva de una nación. De especial interés resulta la brecha en innovación y productividad, pues una porción importante de esta es producto también de la incapacidad de un país de desarrollar niveles adecuados de un capital humano capaz de innovar y modernizar el entramado productivo a un nivel general.

### 2.5.1. Brechas laborales y educativas

Biagi et al. (2020) brindan definiciones precisas en lo que respecta a brechas en los mercados laborales. Definen una **brecha vertical** (*vertical mismatch*) como una persona con un puesto distinto al grado académico alcanzado. Es decir, por ejemplo, un bachiller en Contabilidad que debe acceder a un puesto de técnico en Contabilidad, o un economista que debe acceder a un puesto de técnico en Finanzas. Este es uno de los tipos de brecha que calcularon Céspedes y González (2002).

Asimismo, la **brecha horizontal** (*horizontal mismatch*) se denota como una ocupación que precisa de un grado académico igual al alcanzado por la persona, pero de un área diferente a la de los conocimientos adquiridos. Es decir, esta brecha se relaciona con los conocimientos que ostenta la persona y los tipos de conocimientos requeridos en el trabajo.

### 2.5.2. Consecuencias de las brechas laborales

Ambos tipos de brecha se asocian con costos más elevados para las empresas y las propias personas en forma de tiempo y recursos. Las repercusiones en brechas verticales tienen que ver con diferencias en salarios, por ejemplo, más bajos para aquellos trabajadores que tienen un grado académico universitario, pero ejercen una ocupación propia de un grado técnico.

Las brechas horizontales, por su parte, con inversión de recursos en entrenamiento y capacitación, que no se justifica si la persona ya pasó años adquiriendo un cierto tipo de

conocimientos (tiempo y recursos monetarios), también con insatisfacción laboral y mayor tasa de rotación. En ambos tipos de brecha, las inversiones y los esfuerzos relacionados no se corresponden con retornos esperados, lo que reproduce una ineficiencia.

A un nivel agregado, ambos tipos de brechas, sobre todo la horizontal, tienen sus repercusiones en las dinámicas económicas; los costos adicionales y una curva de aprendizaje más prolongada que retrasa la consecución de una productividad sistémica. Las asignaciones iniciales en educación, si no arrojan los rendimientos esperados, se puede encontrar con elevadas tasas de desempleo profesional y bajos retornos de la educación. La caracterización de este tipo de brechas se torna fundamental, puesto que, si bien es cierto las carreras profesionales pueden no estar brindando todos los conocimientos requeridos por las empresas, lo ideal es que precisen de ajustes marginales, mas no significativos, como es el caso de la presencia de brechas horizontales.

### **2.5.3. La brecha en productividad e innovación**

La CEPAL (2016) suministra un importante soporte teórico y empírico de la brecha país en sus niveles de productividad y capacidad innovativa. El país ha presentado tasas de crecimiento sobre un 5 % no necesariamente asociadas a un incremento en la productividad factorial, de la mano con lo ya abordado por Abarca y Ramírez (2016). Los niveles de productividad, además de ello, son asimétricos, pues en el país convive una economía dual, con una elevada concentración del dinamismo en el sector articulado con el mercado internacional y las Cadenas Globales de Valor (CGV) de la mano con lo ya expuesto en el presente documento.

A continuación, se exponen las principales causas asociadas a estas brechas que tienen que ver de manera directa con la generación de un capital humano capaz de innovar y dinamizar la productividad del tejido productivo.

La desvinculación entre el sector académico y el productivo, con una oferta laboral en ciencia y tecnología incapaz de corresponderse con las demandas y el bajo nivel de I+D, son algunos de los determinantes clave que identifica la CEPAL (2016). Los subdeterminantes de estos son, a su vez, el uso ineficiente de los recursos y la falta de programas especializados en el sistema educativo, por ende, poco capital humano capacitado.

Queda claro, por tanto, el vínculo interdependiente que la literatura reconoce entre las capacidades productivas e innovativas de la economía y el capital humano asociado con la ciencia, la ingeniería y la tecnología. Las consecuencias de estas brechas, según la CEPAL (2016), de la mano con las visiones de las escuelas de pensamiento económico antes expuestas, son tasas de crecimiento lentas derivadas del bajo nivel de productividad. Asimismo, en el documento se enfatiza la importancia de que el cierre de dichas brechas es condición de primer orden para una mejora en la productividad laboral y la distribución de la riqueza.

La visión CEPALINA de las brechas en los niveles de productividad viene a contribuir a los argumentos teóricos antes expuestos, sobre la importancia del desarrollo tecnológico más que la intensidad factorial, en el crecimiento de las naciones. De igual manera, respalda que la formación

de niveles de un capital humano vinculado a la Ingeniería, Ciencia y Tecnología es uno de los determinantes clave de los procesos de innovación y productividad, de la mano con lo que exhiben Maloney y Valencia (2017). Asimismo, la incorporación de la variable distribución complementa lo propuesto por Pérez (2005), en la manera en cómo un país moldea un nuevo conjunto tecnológico. Los determinantes CEPALINOS vienen a aportar un criterio más sobre la importancia del país de generar niveles adecuados de personal calificado en ingeniería, ciencia y tecnología, tanto para maximizar los beneficios de los sectores intensivos en tecnología y con elevada productividad, como para absorber conocimientos, entender los procesos tecnológicos y ser capaces de generar innovación fuera del tejido productivo dinámico.

Como bien explica la evidencia teórica respaldada con modelos econométricos, más que la intensidad factorial, son el desarrollo tecnológico y la consecuente PTF los determinantes fundamentales del crecimiento económico. La mejora en el nivel de productividad, especialmente del trabajo, es una condición de primer orden para asegurar un crecimiento sostenible y un desarrollo de largo plazo (CEPAL, 2016).

#### **2.5.4. Medición de la brecha**

El instrumental neoclásico de la teoría de la oferta y la demanda sigue constituyendo un poderoso instrumento para el estudio de los fenómenos económicos. El análisis de equilibrio parcial introducido por Marshall (1842-1924) hace más de siglo y medio permite en el presente estudio identificar y estimar la magnitud de la brecha entre oferta y demanda de capital humano (Marshall, 1931).

Es reconocido de manera universal en el lenguaje de la ciencia económica que una curva de demanda presenta una relación inversa entre el precio y la cantidad demandada, así como que la oferta presenta una relación positiva del precio con la cantidad ofertada (Maddala y Miller, 2004).

Dichas condiciones parecen difíciles de refutarse para el análisis del presente mercado, sin obviar las particularidades que presenta el mercado laboral más dinámico de la economía interna.

Con una oferta país rígida y producto de decisiones en el pasado, pues una carrera profesional tarda un tiempo prudencial en gestarse, así como una demanda en continua expansión, derivada del hecho de la llegada cada año de más empresas al país y de la expansión de operaciones de las ya instaladas, el marco neoclásico brinda el instrumental cuantitativo requerido para capturar entonces las diferencias entre lo desarrollado y lo requerido.

Aunque el proceso de identificación de todos los determinantes de la oferta y la demanda puede resultar un ejercicio interesante (por ejemplo, la elasticidad-salario), para el presente trabajo lo que interesa es medir la capacidad de la oferta de capital humano de corresponderse con las demandas de alta calificación. De esta forma, no interesa tanto la forma funcional de la demanda como su composición.

Ante ello, partiendo de una demanda (D) y una oferta de trabajo típica (O), según lo propuesto por Biagi et al. (2020), CAEL (2019) y Harrison (2012), se sabe que si la demanda se está expandiendo más rápido que la oferta (ver ecuación 12), el precio del mercado tiende a subir (se produce una inflación salarial) debido a una menor creación efectiva de recurso humano para llenar dicha demanda de empleo.

$$\frac{\partial D}{\partial T} > \frac{\partial O}{\partial T} \text{ o en términos porcentuales } \frac{\frac{\partial D}{D}}{\partial T} > \frac{\frac{\partial O}{O}}{\partial T} \quad (12)$$

Por ello, mediante el instrumental neoclásico (diferencia entre lo actual y lo óptimo), la definición de brecha de capital humano se puede conceptualizar como la diferencia entre la cantidad de profesionales existentes y disponibles en el mercado y la cantidad de profesionales que están requiriendo efectivamente las empresas multinacionales.

### 2.5.5. Cantidades socialmente óptimas de Ingeniería, Ciencia y Tecnología

El instrumental neoclásico, de la mano con la teoría Pigouviana del bienestar, posibilita trasladar de manera gráfica y cuantitativa los conceptos antes analizados del conocimiento, la tecnología, la innovación y sus efectos de desborde o externalidad positiva. De la teoría de Pigou (1877-1959) se sabe que, si los niveles de producción sociales están por debajo de la cantidad óptima social, se precisa de encontrar mecanismos que permitan trasladarse a los niveles sociales deseados.

El instrumental Pigouviano resulta clave también para entender por qué el país precisa desarrollar un nivel más adecuado de capacidades ingenieriles, científicas y tecnológicas, pues estas generan un efecto desborde positivo sobre el resto del entramado productivo y el bienestar de la sociedad.

En ese sentido, también este tipo de conceptualización reviste importancia, en la medida que el presente estudio no se enfoca únicamente en la estimación de una brecha de acuerdo con los requerimientos de las empresas multinacionales, sino a los niveles que debería estar generando el país para lograr determinados objetivos, asociados con su desarrollo, modernización y transformación productiva.

No importa únicamente la brecha en el sentido del desperdicio de empleo y crecimiento en las empresas de zona franca, sino en las repercusiones que ello tiene en la productividad de todo el entramado productivo interno, con niveles de absorción tecnológica y transferencia de conocimientos por debajo de lo requerido y, por ende, condicionando la productividad, la innovación y el progreso tecnológico en el largo plazo.

### 2.6. Eficiencia en la asignación en educación

La literatura reconoce dos grandes tipos de eficiencia: la asignativa y la técnica (BID, 2016). La eficiencia asignativa se consigue cuando los fondos asignados se distribuyen de la manera socialmente más eficiente entre diferentes niveles educativos. La eficiencia técnica, por su parte,

designa el uso eficiente de los recursos una vez estos hayan sido asignados, es decir, responde a una utilización de insumos que generan un retorno.

Si bien ambos tipos de eficiencia son fundamentales, para este estudio en concreto, interesa analizar la eficiencia asignativa y no desde un punto de vista de que resulta más rentable socialmente, si asignarlo a la educación preescolar, intermedia o universitaria, sino desde un punto de vista de decisiones en asignaciones de recursos entre distintas formaciones y conocimientos.

La identificación de la composición de las demandas laborales de alta calificación supondrá una guía sustentada con evidencia empírica del tipo de habilidades y conocimientos que la sociedad debe formar, articulada con las necesidades sociales y económicas, y logrando que los recursos asignados respondan a una suerte de eficiencia asignativa.

Dicha eficiencia también va de la mano con las asignaciones familiares de recursos y su distribución. Como lo establecen las teorías del desarrollo económico y el crecimiento, de Sen (1998a), Sen (1998b) y el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD, 1996), la forma en la que se orienta el gasto familiar puede resultar un determinante clave tanto del crecimiento económico como del estilo bajo el cual este ocurre. Así como no resulta lo mismo asignar un colón a una cuenta militar que a una cuenta en educación, la calidad del gasto en educación familiar debe resultar clave para que el sistema educativo se oriente con las necesidades de la economía y que ello se traduzca en un aumento en el empleo y en la distribución del ingreso.

## Capítulo 3. Marco metodológico

En este apartado, se expone la metodología propuesta para la medición de la brecha de capital humano que presenta el país con respecto a los requerimientos de las empresas multinacionales de alta tecnología ubicadas en zona. En un primer momento se define el enfoque de la investigación así como su tipo. En una segunda instancia se abordan los sujetos y fuentes de información desglosados por demanda, oferta y brecha de capital humano, así como la muestra recolectada y las técnicas e instrumentos empleados para su estimación.

### 3.1. Enfoque de investigación

Para la presente investigación, se requiere de un enfoque cuantitativo. De acuerdo con Hernández y Mendoza (2018), este representa “un conjunto de procesos organizados de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones” (p. 6) y resulta útil cuando se quieren estimar magnitudes u ocurrencia de los fenómenos. Asimismo, los autores mencionan que los objetivos que busca una investigación cuantitativa son capturar la realidad, el fenómeno estudiado, la formulación y demostración de teorías.

Para el presente estudio, como se ha expuesto, lo que se pretende es estudiar la demanda y oferta de profesionales para laborar en zona franca y, posteriormente, comprobar si existe una brecha entre estas, cuantificar la medida de la brecha, evaluarla y brindar recomendaciones a partir de los déficits detectados; de ahí que el enfoque cuantitativo sea el apropiado para los cometidos de la presente investigación.

### 3.2. Tipo de investigación

Una investigación correlacional pretende asociar conceptos, fenómenos, hechos o variables y medir su relación en términos estadísticos, la cual tiene como finalidad conocer la relación que existe entre dos o más conceptos o categorías de variables en un contexto particular. De igual forma, una investigación explicativa no solo es capaz de describir fenómenos, conceptos o variables y establecer su grado de relación, sino que con esta se pretende responder las causas del por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta o por qué se relacionan dos o más variables (Hernández y Mendoza, 2018).

Como se ha mencionado a lo largo del presente documento, existen indicios y criterios de voces autorizadas sobre la existencia de una brecha entre los niveles de capital humano que desarrolla el país para empresas multinacionales de alta tecnología y los que requiere. Existe también una correlación no medida por parte tanto de la literatura como de la evidencia exploratoria de un cierto tipo de profesional, asociado con la ingeniería, ciencia y tecnología a las demandas de las operaciones de avanzada.

El presente estudio, por tanto, se ubica entre lo correlacional y lo explicativo. Correlacional porque viene a llenar el vacío de conocimiento que se tiene sobre el grado de correspondencia entre la oferta y la demanda de capital humano en y para las EMATs; y explicativo porque no solo se mide el grado de correspondencia entre estas magnitudes, sino que también se es capaz de

explicar la relación entre oferta y demanda de capital humano, así como las posibles repercusiones que tiene la desvinculación de estas dos magnitudes sobre el desarrollo y el crecimiento económico del país.

### 3.3. Universo de la investigación

En la presente subsección se exponen los sujetos y fuentes de información del presente estudio. Estos se dividen en demanda de capital humano, oferta país de capital humano y brecha.

#### 3.3.1. Sujetos y fuentes de información

##### Sujetos y fuentes de información de la demanda de Capital Humano

Para el proceso de identificación y consecuente estimación de la demanda, se extrae información de puestos de trabajo de las ferias de empleo realizadas por el CINDE, tanto de la CINDE Job Fair (2020), efectuada en marzo del 2020, como de la CINDE Job Link (2020), realizada en agosto del 2020.

De manera complementaria, con el propósito de fortalecer la representatividad de la muestra ya contabilizada en las dos ferias, se agregan empleos demandados por empresas de zona franca extraídos de la página web de The Talent Place (TTP, 2019) y de la página web de la Zona Franca Coyol (s.f.), entre los meses de enero de 2020 y diciembre del mismo año; siempre tomando en cuenta que la empresa que demanda dichos puestos no estuviera ya incorporada dentro de la muestra capturada en la información sistematizada de las dos ferias anteriores y, con ello, se anula el riesgo de caer en una sobreestimación y doble contabilización de algunos puestos de trabajo de áreas específicas.

##### Sujetos y fuentes de información de la Oferta de Capital Humano

Para el caso de la oferta, se logra extraer de las bases de datos del Consejo Nacional de Rectores (CONARE) la cantidad total de graduados en todas las disciplinas que desarrolla el país para el período 2014-2019, lo que permite trabajar con la población total denominada como oferta país.

##### Sujetos y fuentes de información de la brecha de Capital Humano

Primeramente, se debe estimar un ponderador de las brechas. Para ello, en lo que respecta a las fuentes para la medición de las brechas, se toman los datos correspondientes a la producción nominal extraída en zonas francas del período 1998-2019, extraída de PROCOMER (2020) y con ello se determina el peso relativo de zona franca en el total de las exportaciones país.

$$XZF_{relativa(t)} = \frac{\text{Exportaciones nominales zona franca}_t}{\text{Exportaciones nominales país}_t} \quad (13)$$

Con t = tiempo.

Posteriormente, se extraen las exportaciones reales totales de la página de indicadores del Banco Central de Costa Rica (BCCR, s.f.) con el propósito de contar con el nivel de producción real en zona franca. El cual se deriva de la fórmula 14:

$$\text{Exportaciones reales en zona franca} = XZF_{relativa(t)} * \text{Exportaciones reales totales.} \quad (14)$$

Para el caso del empleo en zonas francas, se acude a los estudios de impacto de zona franca de PROCOMER de los años 1997-2005, 2004-2008, 2010-2014, 2011-2015, 2014-2019, y los informes anuales del CINDE de los años 2011-2019 (PROCOMER, 2009; PROCOMER, 2006; PROCOMER, 2019; PROCOMER, 2020; CINDE, 2019b; CINDE, 2018; CINDE, 2019). De dichos informes se extrae tanto el empleo total en zona franca para el período 1998-2019 (largo plazo), el empleo profesional para el período 2016-2017 (única medida), así como el peso relativo en el empleo total y en el empleo profesional de los sectores: servicios, manufactura y ciencias de la vida en los años 2016-2017 respectivamente.

### 3.3.2. Muestra, conjunto investigado u otros

#### Muestra compilada para la estimación de la demanda de Capital Humano

Tanto la CINDE Job Fair (2020) como la CINDE Job Link (2020) presentan una estructura casi homogénea que permite realizar un ordenamiento preciso de la información requerida para el presente estudio, por lo que los puestos de trabajo adicionales, tomados de la página de TTP (2019) y el Zona Franca Coyol (s.f.), se adaptan a la estructura de los puestos requeridos de las ferias citadas.

Las variables que dichos puestos de trabajo incorporan en los requisitos del puesto son: la categoría de operaciones o área de operaciones del puesto requerido, el nombre del puesto demandado, la descripción del puesto, el grado académico necesario para dicho puesto, el sector en el que opera la empresa, la empresa que lo demanda y la localización del puesto demandado.

Asimismo, dentro de la descripción del puesto, se encuentra en una gran cantidad de los puestos de trabajos demandados, la formación específica requerida o el clúster ocupacional idóneo para dicho puesto; sin embargo, no en todos los puestos de trabajo se encuentra dicha información, por lo que, más adelante, en este mismo apartado, se aclara el proceso de llenado de dichos vacíos de información.

#### Categoría de operaciones

La categoría de operaciones incluida en la base de datos integra hasta 34 grandes áreas de operación como lo son: administración y negocios, biotecnología, calidad, comunicación y relaciones públicas, contabilidad, desarrollo de software, desarrollo web, diseño de producto, diseño gráfico, economía, eléctrica, electromecánica, electrónica, estadística, facilidades, finanza y análisis financiero, gestión de proyectos, I+D+i, industrial, informática, ingenierías, lógica y cadenas de abastecimiento, matemática, materiales, mecánica, otros, producción, publicidad, redes, recursos humanos servicio al cliente, soporte técnico, telemática y ventas.

A partir de ello, se pueden construir los pesos relativos y absolutos que ocupa cada área en el total de la muestra recopilada.

### **Caracterización del grado académico requerido**

La variable de grado académico está compuesta por seis factores: secundaria completa, noveno año, técnico, Bachillerato, Licenciatura y Maestría. Para el presente estudio, se trabaja únicamente con el capital humano de alta calificación, es decir, bachilleres y licenciados. Con dicha información, se procede a realizar una estructuración de la base de datos como se presenta en el cuadro 8.

**Cuadro 8**  
**Estructura de la demanda**

<b>Categoría</b>	<b>Puesto</b>	<b>Formación</b>	<b>Grado académico</b>	<b>Empresa</b>	<b>Feria</b>
Área 1	Puesto 1	Formación 1	Grado 1	Empresa 1	Feria 1

*Fuente: elaboración propia, 2021.*

Como puede observarse, dentro del proceso de estructuración de la información, se descarta la incorporación de la variable de sector de operaciones al que pertenece dicho puesto, ya que se detectaron inconsistencias en la información a la hora de sistematizarla y, por ende, no se cuenta con una estructura que permitiera identificar de manera efectiva aquellos puestos que pertenecen al sector servicios, manufactura y ciencias de la vida de forma separada.

De igual manera, en lo que corresponde a la localización del puesto demandado y el nivel de inglés requerido, si bien se tornan variables fundamentales y de gran interés sobre las cuales pueden centrarse específicamente otros estudios, para este caso en concreto, donde se analiza el *stock* de capital humano de alta calificación, no se torna imprescindible controlar por alguna variable factor, como lo puede ser la región o el nivel de inglés solicitado.

### **Formación académica requerida**

La variable formación profesional, como se hizo mención anteriormente, no se encuentra explícitamente mencionada en la totalidad de los puestos requeridos contabilizados, por lo que se torna fundamental llenar dichos vacíos de información con el propósito de poder realizar el correspondiente proceso de contraposición de la demanda con la oferta y la posterior cuantificación de posibles brechas.

Con apoyo de las páginas web de las empresas incorporadas en la muestra, así como otras páginas en internet de empleo o redes sociales profesionales como LinkedIn, se logró llenar los vacíos mencionados. De manera lógica, como fue posible en la mayoría de puestos, se logró ubicar al mismo puesto y la misma empresa con la formación o clúster de formaciones requeridos para los puestos con los que no se contaba con dicha información. El criterio prioritario fue el de asignarle el mismo puesto y la misma empresa que lo requería. Para aquellos puestos de trabajo

en los que no se detectó específicamente el mismo puesto y la misma empresa, se optó por el orden denotado en el cuadro 9.

**Cuadro 9**  
**Criterios de asignación de la formación profesional**

Prioridad	Criterio
1	Mismo puesto en misma empresa
2	Puesto con nombre casi idéntico en misma empresa (diferencia de idioma – por una palabra)
3	Mismo puesto en otra empresa con operaciones similares
4	Puesto casi idéntico – misma empresa – diferente grado requerido (brechas verticales)
5	Puesto con nombre casi idéntico en misma área de operaciones
6	Puesto de acuerdo con el área de operación establecida en la muestra
7	Puestos de acuerdo con demandas de formación de la empresa
8	Mismo puesto – misma empresa – identificado en LinkedIn (O = D) (brechas horizontales)

Fuente: elaboración propia, 2021.

Para los casos en los que no se identifica el mismo puesto dentro la misma empresa, se opta por identificar el puesto en otra firma, siempre corroborando que se trate de una empresa con áreas de operaciones y una categoría similar, ya que, por ejemplo, en áreas como proyectos o calidad, según el tipo de operaciones de la empresa, así será el tipo de formación profesional que esta considere necesaria (Financial Project Manager o IT Project Manager, por ejemplo).

El criterio de mismo puesto en misma empresa, pero con diferente grado, por ejemplo, *Senior Engineer – Jr. Engineer*, se toma después de este. Ambos criterios tienen un riesgo de estar subestimando o sobreestimando la cantidad demandada por algunas formaciones profesionales; en el primer caso, se debe a que, en las mismas empresas de zona franca, se presentan distintos niveles de demanda por recurso humano de alta calificación (por ejemplo, por diferentes niveles de productividad); en el caso de la elección de grados, se puede estar anulando las posibles brechas existentes entre distintos niveles jerárquicos de puestos demandados.

Los últimos criterios consisten en asignarle a los puestos de trabajo las formaciones profesionales con las que sí se cuenta información y que son de la misma empresa; para el último caso de elección, se seleccionan aquellas formaciones en las que se encontró una persona empleada para el puesto demandado y en la misma empresa; se elige este en último lugar, puesto que no necesariamente para el puesto en el que está empleada la persona es la formación ideal que la empresa requiere, sino la formación que encontró en el mercado (brecha horizontal).

## Escenarios

Una vez sistematizada la información correspondiente a la formación requerida por las empresas para cada puesto, se proponen varios escenarios en los que, una vez determinada la oferta país, se evidenciarán distintas magnitudes de la brecha entre lo requerido y lo desarrollado por la nación.

Dichos escenarios se convierten en esenciales, debido a que una gran cantidad de puestos de trabajo mencionan al menos dos formaciones susceptibles de ser ocupadas por dichos puestos; es decir, se está en presencia de clústeres ocupacionales de formación. También se considera este escenario porque, para el caso en el que solo se mencione una formación requerida, es posible identificar una cierta sustituibilidad, según lo arroja la evidencia encontrada, entre distintas formaciones, por lo que se estará en posibilidad de identificar distintas magnitudes de la brecha según sea el escenario con el que se trabaja. Los criterios bajo los cuales se eligen estos escenarios se exponen en el cuadro 10.

**Cuadro 10**  
**Criterios de elección de los escenarios.**

Escenario	Criterio
1	Evidencia de requerimientos en ingeniería y tecnología
2	Evidencia de requerimientos en ciencia exacta y tecnología
3	Jerarquización por área de operaciones
4	Conglomerados ocupacionales (clústeres ocupacionales)

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

Para el caso en el que se tenga evidencia de que, para un determinado puesto con mención de dos o más formaciones, se precisa de una formación en ingeniería y tecnología, estas se tomarán como primer criterio de elección. Es decir, si existe evidencia de que una determinada empresa para dicho puesto necesita de un ingeniero industrial o de un administrador de negocios, el escenario 1 jerarquizará por el profesional en ingeniería (probablemente mostrará la mayor diferencia entre oferta y demanda).

Para el segundo escenario, se jerarquiza por evidencia de requerimientos de profesionales en ciencias exactas sobre cualquier otro tipo de formación profesional. Para el tercer escenario, se utiliza como primer criterio el del área de operaciones y para el último escenario se plantean los conglomerados ocupacionales, que básicamente son agrupaciones de formaciones profesionales; lo que indica la teoría y la evidencia empírica es que comparten ciertos conocimientos y habilidades en común y, por ende, una sustituibilidad relativa entre sí. Para el caso de los clústeres ocupacionales, este escenario mostrará una sustituibilidad perfecta o casi perfecta entre algunas formaciones profesionales (brecha puede disminuirse).

## Muestra compilada para la estimación de la oferta de Capital Humano

Para el caso de la oferta, no se trabaja con un conjunto muestral, sino con la población total, lo que posibilita un análisis más robusto. La clasificación brindada por CONARE engloba nueve grandes áreas de conocimiento: artes y letras, ciencias básicas, ciencias de la salud, ciencias económicas, ciencias sociales, computación, derecho, ingeniería y recursos naturales. Asimismo, gracias a la página web de HIPATIA (2020) del programa Estado de la Nación, así como a la base de datos del CONARE de graduados de universidades públicas y privadas, es posible contabilizar la oferta país en capital humano de alta calificación y realizar las estimaciones correspondientes.

Dentro de la clasificación del programa HIPATIA de las áreas de formación de alta tecnología, se identifican: las ciencias agrícolas, las ciencias exactas y naturales, las ciencias médicas, las de ingeniería y tecnología. Para el caso de la primera, se detectan seis carreras, las correspondientes a agricultura, silvicultura y pesca, biotecnología agrícola, extensión agrícola, medicina veterinaria, producción animal y veterinaria. En el caso de la segunda, las ciencias exactas formadas en el país son: biología, ciencias de la computación e informática, ciencias de la tierra y el medio ambiente, física, matemática, microbiología y química.

En lo que corresponde al área de ingeniería y tecnología, se encuentran las formaciones de biotecnología, biotecnología industrial, ciencias ambientales, ingeniería ambiental, ingeniería civil, ingeniería en materiales, ingeniería eléctrica y electrónica, ingeniería industrial, ingeniería en calidad, ingeniería en información y comunicación, ingeniería mecánica, ingeniería mecatrónica, ingeniería química, mantenimiento industrial, nanotecnología, tecnología de alimentos y tecnologías médicas.

Para el caso de las ciencias económicas, se detectan: la administración y la administración pública, el comercio internacional, contabilidad, economía, finanzas, mercadeo, planificación, proveeduría y valuación. Una vez que se cuenta con dicha información, se procede a sistematizarla por año, subárea de conocimiento, formación y grado académico (ver ejemplo del cuadro 11).

### Cuadro 11

#### Ejemplo de sistematización de los puestos de trabajo demandados

Año	Subárea	Formación	Grado académico
2017	Ingeniería y tecnología	Ingeniería industrial	Bachillerato

Fuente: elaboración propia, 2021.

## Problemáticas en la cuantificación de la oferta país de Capital Humano

Con el propósito de cuantificar la oferta país de los profesionales identificados como demandados por las empresas de alta tecnología de zona franca, se contabilizan los graduados por año de cada carrera específica. No obstante, la problemática radica en que no se puede hacer la simple suma de bachilleres más licenciados en los diferentes años, ya que se puede caer en una doble contabilización de la cantidad real de profesionales, pues la oferta de bachilleres presente

puede ser y es, de hecho, con un grado de rezago, ya sea de un año o más, la oferta de licenciados en años posteriores.

Asimismo, no se puede tomar únicamente los licenciados, pues existe una importante masa de profesionales bachilleres que no realizan la licenciatura. Lo ideal en este caso sería tomar como referencia únicamente los bachilleres graduados cada año, más la problemática radica en que muchas carreras gradúan únicamente licenciados, por lo que no se puede realizar dicho conteo.

Afortunadamente, varias formaciones profesionales solo gradúan a bachilleres o licenciados, lo que posibilita saber con certeza que esa es la cantidad de profesionales real que forma el país para dicha rama. Para el caso de las otras formaciones, se toma como referencia bachilleres o licenciados según sea la mayor cantidad de profesionales graduados acumulados totales para el período 2014-2019 en dicha área, partiendo del supuesto que, para el caso de licenciados, ya estos están capturando la cantidad de bachilleres graduados el período anterior.

Asimismo, existen factores no observables como la cantidad de profesionales que migran a otro país, lo que reduciría la oferta o la cantidad de profesionales que tienen más de una carrera y que pueden estar sobreestimando la oferta país. A continuación, se expone cómo se recolectó la información de graduados para cada carrera identificada en las demandas laborales de las empresas de avanzada:

### **Formaciones profesionales que no presentan problemática en la contabilización de la oferta país**

- **Física, Matemática y Estadística:** únicamente se desarrollan en universidades públicas y no se contabilizan licenciados.
- **Ingeniería Aeroespacial:** no se contabilizan graduados en universidades públicas ni en privadas.
- **Ingeniería en Calidad:** solo se desarrollan en universidades públicas y bachilleres. Se contabilizan cuatro licenciados en 2018, que se asume son bachilleres de los años pasados.
- **Ingeniería Mecatrónica:** no hay bachilleres contabilizados, solo licenciados tanto para universidades públicas (2015-2019) como para privadas (2017-2019).
- **Ingeniería Química:** no existe ninguna problemática, puesto que tanto en universidades públicas como privadas se presenta únicamente licenciados.
- **Ingeniería Telemática:** solo se desarrollan bachilleres no licenciados y únicamente para el caso de universidades privadas.
- **Odontología:** únicamente se contabilizan licenciados tanto para universidades públicas como privadas.

### **Formaciones profesionales en las que se selecciona a bachilleres o licenciados**

- **Ingeniería en Computación:** se seleccionan tanto los del área de ingeniería en computación como de desarrollo de *software* y únicamente bachilleres.

- **Ingeniería en Diseño Industrial:** únicamente se encuentran en universidades públicas. Se toman los bachilleres, ya que sobrepasan sustancialmente a los licenciados (141 frente a 22). Ingeniería Electromecánica: no hay licenciados, únicamente bachilleres para el caso de universidades públicas, y para el caso de privadas, los bachilleres son sustancialmente mayores (758) que los licenciados (178).
- **Ingeniería Eléctrica y Electrónica:** se suman ambas formaciones como así lo propone HIPATIA (2021) en su clasificación. En universidades públicas se toman bachilleres por encima de licenciados (537 frente a 472). En universidades privadas, de igual manera, bachilleratos (792) por encima de licenciatura (201).
- **Ingeniería en Mantenimiento Industrial:** en públicas no se presentan problemas, únicamente hay licenciados y en universidades privadas se toma la carrera de ingeniería mecánica y mantenimiento industrial, los bachilleratos por encima de los licenciados (35 frente a 7).
- **Ingeniería en Materiales:** únicamente se contabilizan graduados en universidades públicas y se toma como referencia los licenciados (91 frente a 79 bachilleres).
- **Ingeniería Mecánica:** tanto en universidades públicas como privadas se sobrepone los bachilleres frente a los licenciados (226 frente a 167 y 153 frente a 57).
- **Ingeniería Industrial:** para el caso de universidades públicas, se toman los licenciados, 1526, ya que solo se contabilizaban 200 bachilleres; para el caso de privadas, se toman bachilleres 3562, ya que estos eran sustancialmente mayores en cantidad que los licenciados.
- **Ingeniería en Producción Industrial:** no existe evidencia de que se desarrollen en privadas y para el caso de universidades públicas, se toman los licenciados 542 frente a 158.
- **Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional:** no se presentan problemáticas en universidades privadas, ya que, únicamente, se desarrollan bachilleres, y en las universidades públicas se toma, de igual forma, los bachilleres 546 frente a 112.
- **Banca y Finanzas:** al igual que en contabilidad, en las universidades públicas los bachilleres graduados en finanzas son casi idénticos a los graduados en licenciatura (962 frente a 951) y se opta de manera lógica por la primera; mientras que en la privada la diferencia es un poco mayor y se toma igualmente los bachilleres (3959) por encima de licenciatura (3177).
- **Comercio Internacional:** se excluye la carrera de administración aduanera que está siendo capturada dentro de los administradores de negocios. En universidades públicas, se toman los bachilleres (620 por encima de licenciatura 28), al igual que en universidades privadas (171 frente a 79).
- **Contabilidad:** para el caso de la carrera de Contabilidad, se toman los licenciados que difieren levemente con respecto a los bachilleres (898 con respecto a 829), al igual que en privadas en los que la diferencia es más marcada (6222 frente a 4123).
- **Economía:** se toma como referencia los bachilleres tanto para públicas como para privadas (508 frente a 180 y 145 frente a 82).
- **Negocios:** para el caso de la carrera de negocios, se toman las disciplinas de Administración, Administración de la producción y Administración pública; en el caso

de las universidades públicas, se toman los bachilleres que son 5952 en detrimento de los licenciados 1516. En el caso de las universidades privadas, se toma igualmente los bachilleres (12839) que casi doblan a los licenciados (5970).

- **Marketing:** para el caso de las universidades públicas, se toma la carrera de mercadeo y ventas (6 bachilleres frente a 1 licenciado). Para el caso de universidades privadas, se toman todas las formaciones en publicidad y mercadeo (1356 bachilleratos frente a 278 licenciados).
- **Recursos Humanos:** para el caso de recursos humanos, se toman como disciplina no como carrera. En ambos casos, los bachilleres sobrepasan a los licenciados (733 frente a 417) y en privadas 3732 por encima de licenciatura 2573.
- **Biología:** no se desarrollan en universidades privadas y para el caso de las universidades públicas se toma como referencia los bachilleres (363 frente a 109). Se excluyen de la oferta de biólogos, los biólogos con énfasis en recursos marinos y tropicales.
- **Biotecnología:** no se desarrollan en universidades privadas. Se toma como referencia los bachilleratos 143 por encima de licenciados 55.
- **Microbiología:** no se presenta problemática en universidades públicas, ya que únicamente hay licenciados. En universidades privadas se toman los bachilleres, 200 por encima de los licenciados 127.
- **Química:** no se desarrollan en universidades privadas. En universidades públicas se toman las carreras de Química y Química Industrial, 308 bachilleres 94 licenciados.
- **Comunicación:** se toman las carreras de ciencias de la comunicación. Para el caso de universidades públicas, se toma en cuenta los bachilleres (341) por encima de licenciados (129). En universidades privadas, se toma como referencia la carrera de comunicación y no existen problemáticas, ya que no se contabilizan bachilleres.
- **Derecho:** para el caso de derecho, al igual que en administración y recursos humanos, no se toma la carrera, sino la disciplina. Para el caso de las públicas, se toman los bachilleres (793) por encima de los licenciados (661). En el caso de universidades privadas, se toman los licenciados (7697) por encima de 4416 bachilleres.
- **Diseño Gráfico:** únicamente se toma como referencia la carrera de diseño gráfico. En universidades privadas no hay problemáticas, puesto que solo hay bachilleres y para el caso de las universidades públicas, se toma, de igual forma, estos por encima de los licenciados, 204 frente a 36.
- **Farmacía:** no se presentan problemáticas en universidades públicas, puesto que solo hay licenciados y en el caso de las universidades privadas, se toman los licenciados (1396) por encima de bachilleres, 930.
- **Relaciones Públicas:** para ambos casos, se toman los bachilleres por encima de los licenciados (292 frente a 193 y 1312 frente a 43).
- **Producción Digital:** no se desarrollan en universidades públicas. En universidades privadas, se toma la carrera de producción audiovisual y únicamente se presentan bachilleres.

### **Muestra compilada para la estimación de la brecha de Capital Humano**

Para el caso de la brecha, también se trabaja con población total, pues se cuenta con el empleo profesional total para los años 2016-2017 de las fuentes previamente indicadas.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

En la siguiente subsección se exponen las técnicas e instrumentos de investigación utilizados desglosados por demanda de capital humano, oferta de capital humano y estimación de brecha.

#### **Técnicas e instrumentos de investigación para la estimación de la demanda de Capital Humano**

Con la muestra construida, se efectúa el análisis de contenido cuantitativo. Esta técnica, según Hernández y Mendoza (2018), consiste en estudiar cualquier tipo de comunicación de una forma objetiva y sistémica donde se cuantifican los mensajes y contenidos en categorías y subcategorías y son sometidos al análisis estadístico.

Como ya se explicó, en la composición de la muestra, lo que interesa esencialmente para el presente estudio será la identificación del peso relativo de cada formación profesional y conglomerado de conocimiento en el empleo profesional total. De esta forma, se podrá conocer la composición de la demanda de capital humano en las operaciones de alta tecnología por cada 1147 empleos profesionales demandados:

$$\frac{\text{Formación}_i}{Q} \quad (15)$$

Donde i = carrera profesional.

Q = total de puestos de trabajo profesionales recopilados: 1147

#### **Técnicas e instrumentos de investigación para la estimación de la oferta país de Capital Humano**

Con el propósito de estimar la capacidad de correspondencia de la oferta de profesionales frente a las demandas de empleo de alta calificación por parte de las empresas de zona franca, se torna fundamental recopilar y cuantificar la oferta país, es decir, el capital humano con el que cuenta el país en el período presente y el que será capaz de crear en los próximos 5 años.

Para los objetivos del presente estudio, se procura cuantificar las brechas únicamente en grados profesionales, en la medida que se quiere verificar el vínculo entre la oferta de formación de más alta calificación y las demandas laborales en los puestos y operaciones de mayor valor agregado, dejando para futuros estudios la cuantificación de brechas en recurso técnico, que es otra de las aristas de formación sobre la que el país también debe realizar ajustes para aprovechar los beneficios de la llegada de inversión extranjera directa y las operaciones de alta tecnología en el país.

### Recolección de la oferta país

La recolección de los datos correspondientes a la oferta país de profesionales consiste, básicamente, en lo siguiente:

1. Identificar las áreas de educación que el país brinda.
2. Identificar las disciplinas ofrecidas acordes con las demandas de las empresas de zona franca.
3. Definir un período de tiempo de recolección de la información. Para este último criterio, se requiere de la mayor cantidad de observaciones posibles en la medida que, para la significancia de un pronóstico, el de la oferta en este caso, es preferible siempre un mayor conjunto de datos. Para el caso de la oferta tanto en ingeniería, ciencia y tecnología como para ciencias económicas, se logra recopilar información comprendida entre el período 2014-2019, por lo que se opta por utilizar dicho período de tiempo.
4. Estimar la oferta país para los próximos 5 años.

### Pronóstico de la oferta país

Para el presente estudio, se utiliza el arsenal teórico y metodológico de los métodos de series de tiempo, que se encuentran presentes en la mayoría de libros de estadística para ciencias sociales, económicas y de libros de teoría econométrica, por ejemplo: Gujarati y Porter (2010), Pankratz (1983) o García (2016).

Al presentarse un conjunto de datos restringido, es decir, pocas observaciones, se utiliza el método de medias móviles unilaterales, descartando el de medias móviles centradas por la pérdida de información en la que se incurre con dicho método:

### Método de medias móviles unilaterales

Tomando como referencia el libro de García (2016), el *método de medias móviles unilaterales* puede representarse de la siguiente manera:

$$MM(m_t) = \frac{1}{m} * \sum_{j=-m}^{-1} Y_{t+j} = \frac{Y_{t-m} + Y_{t-m+1} + \dots + Y_{t-1}}{m} \quad (16)$$

Dicho método es de utilidad para pronósticos de corto plazo y para series que no presentan estacionalidad. Básicamente, como se muestra en la fórmula, el valor ajustado del período  $t + j$  es la media ajustada que está en función de los valores que toma la variable en el pasado y la cantidad de períodos que se quiera incorporar (ver ecuación 17).

$$MM (m_1) = \frac{1}{1} * \sum_{j=1}^t Y_{t+1} = \frac{Y_t}{1}$$

...

$$MM (m_3) = \frac{1}{3} * \sum_{j=1}^t Y_{t+3} = \frac{Y_{t-3} + Y_{t-2} + Y_{t-1}}{3} \quad (17)$$

Para los efectos de este estudio, se opta por utilizar el método de media móvil de grado 3.

### **Técnicas e instrumentos la estimación de la brecha de Capital Humano**

Para el caso de la estimación de la brecha, se utiliza instrumental cuantitativo y econométrico para la estimación de las elasticidades producto-empleo.

#### **Pasos en la estimación de la brecha**

Los pasos se exhiben a continuación:

5. Identificar las formaciones profesionales demandadas y estimar la composición de la demanda; es decir, el peso relativo que ocupa cada formación, por cada 1 000 puestos de trabajo profesionales demandados en empresas de zona franca (Producto de la demanda).
6. Cuantificar la oferta país y realizar un ajuste para el período 2020-2023 (Producto de la oferta).
7. Identificar y estimar la cantidad de profesionales demandados en zona franca (Demanda efectiva).
8. Estimar el ritmo de aceleración de la demanda de capital humano de las empresas de zona franca (Ajuste cuantitativo – econométrico)
9. Evaluar las brechas entre la demanda de profesionales en zona franca y la oferta país.

#### **Demanda efectiva de profesionales en zona franca**

Se cuenta con la información del empleo demandado efectivo en zona franca desde el período 1997 hasta el 2019, más del empleo profesional efectivo se cuenta únicamente con las observaciones correspondientes al año 2016 y 2017 que se encuentran dentro del informe anual del CINDE y vienen desglosadas en tres macro sectores: servicios, manufactura y ciencias de la vida; aunque por las razones ya mencionadas con la configuración de la muestra del empleo profesional, no se torna posible efectuar de manera separada dicha estimación.

De igual manera, al contar únicamente con dos pares de observaciones del peso que ocupa el empleo profesional en zona franca, se debe asumir que dicho peso dentro del total del empleo en zona franca se torna constante para el siguiente período de estudio. De manera matemática, ello implica que:

$$EP_t = \sum \gamma_i * \theta_{it} * E_t$$

$$EP_t = \sum \bar{\gamma}_i * \theta_{it} * E_t$$

$EP_t$  = empleo profesional en zona franca

$E_t$  = empleo total en zona franca

$\gamma_{it}$  = peso del empleo profesional en empleo del sector

$\theta_{it}$  = peso del sector  $i$  en el empleo total en zona franca (18)

Con  $t$  = período de tiempo

$i$  = actividad productiva: servicios, manufactura y ciencias de la vida

nota: únicamente se cuenta con los datos del empleo profesional en zona franca para los años 2016 y 2017 por lo que se debe asumir como constante dicha razón para los demás períodos.

### Ritmo de aceleración del empleo demandado efectivo

Se definen cuatro tasas:

1. Ritmo de aceleración del empleo efectivo neto de largo plazo (1998-2019).
2. Ritmo de aceleración del empleo profesional efectivo neto 2016-2017 (única observación).
3. Siguiendo el enfoque de los estudios de CAEL (2019), Biagi et al. (2020) y Harrison (2012), se estima una elasticidad empleo–exportaciones (producción), en este caso con un ajuste econométrico a través de MCO y se asocia el nivel de producción en zona franca, con su respectivo nivel de empleo, que corresponde a un ritmo de crecimiento promedio sostenido de las exportaciones.
4. Se propone una tasa de aceleración fuera de promedio.

### Indicadores para la caracterización de la magnitud de las brechas

Para el análisis de las brechas, se torna fundamental definir una serie de indicadores que permitan caracterizar el grado de escasez y subproducción de formaciones profesionales en específico o de conglomerados de formaciones profesionales, que el país precisa desarrollar en términos cuantitativos. También, a partir de la estimación de dichos escenarios, se pueden inferir otros tipos de brechas, como las verticales, es decir, brechas en diferencias de grado académico o las horizontales, brechas en habilidades y formación adquirida y requerida. Para ello, se plantean los siguientes indicadores, siguiendo un enfoque similar al planteado por el informe de CAEL (2019).

#### Brecha país y brecha zona franca:

$$\text{Brecha severa: } \frac{\text{Demanda Zona franca}_i}{\text{Oferta país}_i} > 1 \quad (19)$$

Se presenta evidencia de que la demanda de zona franca excede a la oferta país. Es decir, zona franca requiere absorber la totalidad de profesionales para una determinada profesión o conglomerado de profesiones y aun así no alcanza para satisfacer sus demandas.

#### **Brecha país y equilibrio relativo zona franca:**

Existe evidencia de que las empresas de zona franca están encontrando los profesionales que requieren (aunque pueden precisarse ajustes menores), mas a costa de absorber.

$$\frac{\text{Demanda Zona franca}_i}{\text{Oferta país}_i} = 1 \quad (20)$$

La cantidad demandada de zona franca parece corresponderse con la oferta país. Es decir, zona franca para estar en equilibrio con su demanda de capital humano requiere absorber la totalidad de profesionales que se forman y, de hecho, existe una buena evidencia que lo hace dejando desprovisto a los otros sectores productivos e institucionales de dicho capital humano.

#### **Excedentes menores:**

$$0.7 < \frac{\text{Demanda Zona franca}_i}{\text{Oferta país}_i} < 1 \quad (21)$$

#### **Excedentes mayores:**

$$0.5 \leq \frac{\text{Demanda Zona franca}_i}{\text{Oferta país}_i} \leq 0.7 \quad (22)$$

#### **Sin evidencia de brechas:**

$$\frac{\text{Demanda Zona franca}_i}{\text{Oferta país}_i} \leq 0.5 \quad (23)$$

### 3.5. Alcances y limitaciones

La principal limitación en lo que respecta a la estimación de la composición de la demanda es que para dicha composición no se cuenta con una serie de tiempo sino tan sólo con una observación en la que debe asumirse una participación relativa constante de cada formación profesional para todos los años contemplados en el estudio tal como lo hacen los otros estudios de referencia. Es por ello que el análisis no permite identificar si determinadas formaciones profesionales incrementan o pierden peso relativo en lo que respecta a la verdadera composición de la demanda por profesionales en zona franca y es por ello que se opta por un análisis de corto plazo en detrimento de un análisis que alcance un período de 10 años o más.

En lo que respecta a la contabilización de la oferta país, tal como se aclaró como fue el proceso seguido con la recolección de esta, una de las principales condicionantes del presente estudio es que no se encuentra desglosada la cuantificación de títulos profesionales con un número de identificación, que permita separar aquellas personas que cuentan con más de un título profesional o que lograron tanto el título de bachillerato profesional como de licenciatura, así como de un indicador geográfico de residencia que indique si la persona se encuentra o no en el país y se puede computar como parte de la oferta país para la laborar en zona franca.

Esta condicionante imposibilita cuantificar la oferta país y se puede estar incurriendo tanto en sobreestimación como en subestimación de la verdadera cantidad de profesionales con las que cuenta el país en cada rama profesional.

En lo que respecta a la estimación del ritmo de aceleración efectiva y consecuente análisis de brecha entre los puestos requeridos y profesionales ofertados, se debe trabajar con el sector zona franca como global sin poder hacer un desglose del crecimiento de cada sector de zona franca (por ejemplo manufactura, servicios, o dispositivos médicos). Asimismo, como se comentó anteriormente, no se cuenta con una serie de empleo profesional efectivo en zona franca, tan sólo con una observación (2016-2017) por lo que debe trabajarse con el ritmo de aceleración de esta, pero también del empleo global de zona franca.

Los alcances y limitaciones del presente estudio se sintetizan en los siguientes pasos:

- Identificar las formaciones profesionales demandadas y estimar la composición de la demanda; es decir, el peso relativo que ocupa cada formación profesional, por cada 1 000 puestos de trabajo profesionales demandados en empresas de zona franca (Producto de la demanda). (Se asume una composición de la demanda constante para el período de análisis, es decir cada formación profesional ocupa una participación relativa estática en la composición de la demanda).
- Cuantificar la oferta país y realizar un ajuste para el período 2020-2023 (Producto de la oferta). (No se puede distinguir si una misma persona cuenta con 1 o más títulos profesionales o si una persona se encuentra fuera del país y no computa como elegible para laborar en el país).

- Identificar y estimar la cantidad de profesionales demandados en zona franca (Demanda efectiva).
- Estimar el ritmo de aceleración de la demanda de capital humano de las empresas de zona franca (Ajuste cuantitativo – econométrico) (basados en empleo global en zona franca 1998-2019 y en empleo profesional en zona franca 2016-2017).
- Contraponer demanda de capital humano con oferta país y evaluar las brechas entre la demanda de profesionales en zona franca y la oferta.

### 3.6 Matriz metodológica: Definición conceptual y operacional de las variables

A continuación, se sintetiza en la matriz metodológica las variables utilizadas para estimar la demanda, la oferta y su correspondiente brecha.

#### Cuadro 12

Matriz metodológica: Definición conceptual y operacional de las variables.

<b>MODALIDAD DE GRADUACION: TESIS</b>					
<b>MATRIZ METODOLÓGICO</b>					
<b>Objetivo General:</b> Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.					
<i><b>Objetivos Específicos</b></i>	<i><b>Variables</b></i>	<i><b>Indicadores</b></i>	<i><b>Fuentes de Información</b></i>	<i><b>Instrumentos</b></i>	<i><b>Preguntas de Investigación</b></i>
1. N° 1: Especificar la composición de la demanda de profesionales de las empresas pertenecientes al Régimen de Zonas Francas y sus correspondientes clústeres ocupacionales para el período 2017-2023.	Demanda de profesionales en zona franca.	Participación relativa de la demanda laboral profesional en zonas francas.	Ferias de empleo CINDE: CINDE JOB LINK (Marzo 2020) CINDE JOB FAIR (Agosto 2020)	Análisis de contenido cuantitativo: Procesamiento estadístico de puestos de trabajo profesional.	¿Cuál es la composición de la demanda profesional en empresas de zona franca y sus correspondientes clústeres ocupacionales?

<b>MODALIDAD DE GRADUACION: TESIS</b>					
<b>MATRIZ METODOLÓGICO</b>					
<b>Objetivo General:</b> Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.					
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de Información</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Preguntas de Investigación</b>
2. N° 2: Estimar la oferta de profesionales asociada con las demandas de las empresas de zona franca en Costa Rica y sus correspondientes clústeres ocupacionales para el período 2017-2023.	Oferta de profesionales para zona franca.	Títulos profesionales entregados en Costa Rica.	Base de datos "Diplomas otorgados 2014-2018 (Publicas) y 2014-2019 (Privadas) del CONARE	Análisis de contenido cuantitativo: Contabilización de la cantidad de graduados por año. Pronostico estadístico de medias móviles.	¿En qué medida genera el país las formaciones profesionales asociadas con las demandas de empresas de zona franca y sus correspondientes clústeres ocupacionales?

<b>MODALIDAD DE GRADUACION: TESIS</b>					
<b>MATRIZ METODOLÓGICO</b>					
<b>Objetivo General:</b> Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.					
<b>Objetivos Específicos</b>	<b>Variables</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Fuentes de Información</b>	<b>Instrumentos</b>	<b>Preguntas de Investigación</b>
3. N° 3: Evaluar el equilibrio entre oferta y demanda de profesionales y sus correspondientes clústeres ocupacionales para el Régimen de Zonas Francas para el período 2017-2023.	<p>Empleo profesional en zonas francas</p> <p>Brechas entre oferta y demanda de profesionales en zona franca.</p> <p>Demanda relativa de profesionales en zonas francas</p>	<p>Demanda efectiva de empleo en zona franca.</p> <p>Tasa de crecimiento porcentual de la demanda de empleo y de producción en zona franca</p> <p>Cantidad de graduados menos Cantidad demandados</p> <p><b>Demanda relativa:</b> Empleos demandados / títulos entregados.</p>	<p>Reportes anuales del CINDE y PROCOMER: 1997 al 2005, 2004 al 2008, 2011 al 2015 y 2016 al 2019.</p> <p>Portal estadístico de comercio exterior PROCOMER: Producción en zona franca.</p> <p>Banco Central de Costa Rica Sección de indicadores económicos:</p>	<p>Análisis de contenido cuantitativo:</p> <p>Ajustes estadísticos de la tasa de crecimiento del empleo profesional y empleo general en zona franca.</p> <p>Ajuste econométrico de la elasticidad empleo-producción de zona franca.</p>	<p>¿Cómo se corresponde la oferta con la demanda de capital humano en empresas de zona franca y sus correspondientes clústeres ocupacionales?</p> <p>¿Cuántos empleos profesionales se están desperdiciando?</p> <p>¿De cuánto es la magnitud de la brecha?</p>

<b>MODALIDAD DE GRADUACION: TESIS</b>					
<b>MATRIZ METODOLÓGICO</b>					
<b>Objetivo General:</b> Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.					
<i>Objetivos Específicos</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Fuentes de Información</i>	<i>Instrumentos</i>	<i>Preguntas de Investigación</i>
			Información sobre exportaciones reales.		
4. N° 4: Proponer mecanismos que contribuyan a una estrategia de desarrollo de capital humano vinculada con las necesidades propias del modelo	Demanda relativa de profesionales en zonas francas	<b>Demanda relativa:</b> Empleos demandados / títulos entregados	Reportes anuales del CINDE y PROCOMER: 1997 al 2005, 2004 al 2008, 2011 al 2015 y 2016 al 2019.  Portal estadístico de	Análisis de contenido cuantitativo:  Ajustes estadísticos de la tasa de crecimiento del empleo profesional y empleo general en zona franca.  Ajuste econométrico de la elasticidad empleo-	¿Cuáles mecanismos y propuestas, basados en la evidencia, se pueden recomendar?

<b>MODALIDAD DE GRADUACION: TESIS</b>					
<b>MATRIZ METODOLÓGICO</b>					
<b>Objetivo General:</b> Analizar la oferta y demanda de capital humano para empresas de zonas francas en Costa Rica, para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.					
<i>Objetivos Específicos</i>	<i>Variables</i>	<i>Indicadores</i>	<i>Fuentes de Información</i>	<i>Instrumentos</i>	<i>Preguntas de Investigación</i>
productivo del país.			comercio exterior PROCOMER: Producción en zona franca.  Banco Central de Costa Rica Sección de indicadores económicos: Información sobre exportaciones reales.	producción de zona franca.	

Fuente: elaboración propia, 2021.

## **Capítulo 4. Resultados**

A continuación, se exhiben los hallazgos. En primer lugar, se expone las propiedades de la muestra recopilada y se evidencia la composición de la muestra por grado académico y el peso relativo que ocupa el capital humano de alta calificación en esta.

En segundo lugar, se caracteriza a la demanda por el peso relativo de cada área de operaciones y la composición de esta en cada uno de los cuatro escenarios planteados. En un tercer momento, se exhibe la oferta país, denotando el promedio de profesionales desarrollados por área de especialización para el período 2014-2019. En una cuarta instancia se denota el ritmo de aceleración de la demanda efectiva y se finaliza con las evaluaciones de brechas entre demanda y oferta de capital humano.

### **4.1. Demanda de Capital Humano**

#### **4.1.1. Significancia de la muestra en el total del empleo general y profesional**

Los empleos profesionales como porcentaje del empleo neto creado por parte de las empresas de zona franca apoyadas por CINDE para el período 2019 ascienden a casi un 12 %. Por su parte, el peso que ocupa la muestra capturada para el empleo profesional estimado es de gran significancia, ascendiendo a casi un 25 % del dicho empleo.

#### **4.1.2. Cantidad de empresas en la muestra sobre el total del parque empresarial de zona franca**

De la información recopilada en la muestra, se cuenta con un total de 76 empresas operando en el Régimen de Zona Franca y para el año 2019, de acuerdo con CINDE (2020), estaban en operaciones 332 empresas, lo que significa un 22.9 % de las compañías del total del parque empresarial en zona franca, el cual resulta estadísticamente significativo.

#### **4.1.3. Distribución de la muestra por grado académico**

En lo que respecta a la composición por grado académico de la muestra, se observa que, el capital humano profesional es el que ocupa un mayor peso dentro del total, para un 71 % de los puestos de trabajo compilados.

Dicha condición, de la mano con la estimación del empleo profesional para el año 2019 (4602 puestos de 9568 empleos generales, para un 48 % de empleo profesional dentro del total), viene a indicar que las operaciones de alta tecnología en el país están requiriendo cada vez más de un capital humano de elevada intensidad en el conocimiento y grado de calificación.

Para el año 2002, Céspedes y González (2002) indicaban que 75 % del empleo en zona franca era de grado técnico. Con el pasar del tiempo, dicha proporción ha venido variando y el empleo profesional es el que gradualmente ha empezado a ocupar la mayor cuota relativa dentro de la composición de la demanda total. El gran reto, por tanto, es contestar la incógnita sobre si el país ha efectuado, o se encuentra efectuando, los ajustes en forma de desarrollo de una

cantidad suficiente de los profesionales requeridos para atender las demandas de operaciones de avanzada.

### Cuadro 13

#### Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda por grado académico, 2020.

Grado académico	Cantidad de puestos de trabajo	Participación relativa
Bachillerato Universitario	1079	67.4%
Secundaria completa	301	18.8%
Técnico	124	7.75%
Licenciatura	68	4.25%
Noveno año	13	0.81%
No aplica	7	0.44%
Máster	5	0.31%
Primaria completa	2	0.12%
Total, general	1599	100%

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.1.4. Distribución por área de operaciones de los puestos de trabajo demandados

Una vez expuestas las propiedades generales de la muestra, se exhibe la composición de la demanda de capital humano de alta calificación en la que se puede identificar patrones generales de conglomerados ocupacionales y de conocimiento de manera clara. La mayoría de las operaciones capturadas en la muestra son reconocidas por la teoría como servicios que desarrollan las empresas que se ubican sobre la frontera tecnológica, tales como los procesos vinculados con negocios, tecnologías de información, *back office* y aquellos servicios de elevada intensidad en el conocimiento, tal como el I+D, mencionados, por ejemplo, por Monge (2017) y Ciravegna (2012).

Asimismo, se identifica a nivel general algunos de los conglomerados ocupacionales sugeridos por Nolan et al. (2011) y el estudio de CAEL (2019) como los clústeres de Back office, de contenido creativo, de electrónica, de logística, de software y TI, finanzas y el clúster aeroespacial. Estas operaciones desarrolladas por las empresas de avanzada en el país son propias del último paradigma tecnoeconómico e indican cuáles son los conocimientos más demandados en estas operaciones de alta tecnología.

Como puede observarse en el cuadro 14, el conglomerado de conocimientos financieros ocupa casi un 16 % del empleo total demandado, informática cerca de un 12 %, desarrollo de software cerca de un 11 %, mientras que aquellos conocimientos asociados con el clúster de negocios un 9 %. Después de ello, se identifican requerimientos de actividades vinculadas a la ingeniería, calidad, producción y manufactura, desarrollo de proyectos, investigación, desarrollo e innovación, biotecnología, logística, electromecánica, economía, matemática y el diseño de producto.

**Cuadro 14**  
**Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda por área de operaciones, 2020.**

Área de operaciones	Cantidad de puestos de trabajo	Porcentaje
Finanzas / Análisis Financiero	180	15,7%
Informática / Sistemas	134	11,7%
Desarrollo de software	123	10,7%
Administración / Negocios	104	9,1%
Contabilidad	87	7,6%
Ingeniería	74	6,5%
Otros	52	4,5%
Calidad	51	4,4%
Recursos Humanos	47	4,1%
Producción / Manufactura	45	3,9%
Gestión de proyectos	33	2,9%
I+D+i	30	2,6%
Servicio al Cliente	24	2,1%
Soporte Técnico	23	2,0%
Desarrollo web	22	1,9%
Publicidad / Mercadeo	13	1,1%
Ventas	12	1,0%
Biotecnología	12	1,0%
Lógica / Cadena de abastecimiento	12	1,0%
Diseño del Producto	8	0,7%
Electromecánica	7	0,6%
Industrial	7	0,6%
Eléctrica	6	0,5%
Electrónica	6	0,5%
Diseño gráfico	6	0,5%
Materiales	5	0,4%
Redes	4	0,3%
Facilidades	4	0,3%
Otros	3	0,3%
Comunicación / Relaciones Públicas	2	0,2%
Comunicación	2	0,2%
Estadística	2	0,2%

Área de operaciones	Cantidad de puestos de trabajo	Porcentaje
Salud y Seguridad Ocupacional	1	0,1%
Economía	1	0,1%
Eléctrica	1	0,1%
Telemática	1	0,1%
Producción Audiovisual / Animación	1	0,1%
Matemática	1	0,1%
Educación	1	0,1%
<b>Total, general</b>	<b>1147</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

Una vez identificada la composición general de la demanda de capital humano por parte de las empresas de alta tecnología, se precisa descomponerla a un nivel más específico, en términos de la formación profesional requerida para cada puesto laboral de alta calificación demandado; esto con el objetivo de determinar cuáles son las formaciones profesionales asociadas a cada clúster de actividad productiva y el peso relativo que ocupa cada carrera dentro de ella.

Únicamente de esta manera, se estará en condición de contraponer la demanda de capital humano con la oferta país y verificar si la nación se encuentra desarrollando una cantidad óptima de profesionales acorde a los requerimientos de las empresas ubicadas en el entramado más dinámico de la economía interna.

A continuación, se exhiben los cuatro escenarios propuestos, los cuales presentan variaciones leves dentro de la composición de la demanda laboral de alta calificación.

#### **4.1.5. Escenarios de la composición de la demanda**

Como puede observarse, las carreras profesionales que experimentan variaciones entre los tres primeros escenarios propuestos (jerarquizando por ingeniería y tecnología, ciencia exacta y tecnología y área de operaciones) son las correspondientes a Ingeniería en Ciencias de la Computación, Ingeniería Industrial, Ingeniería en Calidad, Ingeniería en Producción Industrial, Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Ingeniería en Biotecnología, Microbiología, Ingeniería Química, ingeniería en Materiales, Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional, Estadística, Ciencias Actuariales y Matemática.

Como puede observarse en el cuadro 15, la carrera de Ciencias de la Computación ocupa una tercera parte de la demanda total de capital humano por parte de las empresas de avanzada en el país, lo que sugiere un elevado dinamismo en forma de requerimientos laborales para el clúster vinculado a la computación y las tecnologías de la información.

También es evidente notar cómo la composición de la demanda está caracterizada esencialmente por formaciones profesionales vinculadas a la ingeniería, la ciencia, la tecnología

y la matemática, en forma de requerimientos laborales de ingenieros industriales, en materiales, mecánicos, en calidad, electromecánicos, biotecnólogos e incluso aeroespaciales. Así como físicos, matemáticos, estadísticos y actuariales.

Asimismo, se identifica una fuerte demanda de carreras como Administración de Negocios, Contabilidad, Banca y Finanzas, propios de las operaciones asociadas a los clústeres de negocios, donde muchas de las actividades productivas y los conocimientos requeridos son compartidas con algunas habilidades ingenieriles y procesos de alto valor agregado.

### Cuadro 15

**Zonas Francas de Costa Rica: Peso relativo de las formaciones profesionales en cada escenario, 2020.**

Formación Profesional	Ingeniería	Ciencias Exactas	Operaciones
Ingeniería en Ciencias de la Computación	33,60%	34,00%	33,50%
Ingeniería Industrial	18,00%	13,50%	14,30%
Negocios	9,80%	9,80%	9,70%
Contabilidad	7,90%	7,90%	7,90%
Banca y Finanzas	7,70%	7,70%	7,70%
Ingeniería Mecatrónica	3,70%	3,70%	3,70%
Ingeniería en Calidad	2,90%	2,70%	3,60%
Ingeniería en Producción Industrial	2,40%	2,20%	3,60%
Recursos Humanos	1,80%	1,80%	1,80%
Marketing	1,80%	1,80%	1,80%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	1,70%	1,50%	2,00%
Ingeniería Electromecánica	1,00%	1,00%	1,00%
Economía	1,00%	1,00%	1,00%
Comunicación	0,90%	0,90%	0,90%
Diseño Gráfico	0,70%	0,70%	0,70%
Ingeniería en Biotecnología	0,70%	0,30%	0,90%
Ingeniería en Mantenimiento Industrial	0,60%	0,60%	0,90%
Ingeniería Mecánica	0,60%	0,60%	0,50%
Ingeniería Química	0,50%	1,20%	0,50%
Derecho	0,50%	0,50%	0,50%
Ingeniería en Materiales	0,30%	0,30%	1,00%
Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional	0,30%	0,30%	0,90%
Ingeniería en Microbiología	0,20%	1,00%	0,20%
Odontología	0,20%	0,20%	0,20%
Biología	0,20%	0,20%	0,20%

<b>Formación Profesional</b>	<b>Ingeniería</b>	<b>Ciencias Exactas</b>	<b>Operaciones</b>
Relaciones Públicas	0,20%	0,20%	0,20%
Farmacia	0,20%	0,20%	0,20%
Comercio Internacional	0,20%	0,10%	0,10%
<b>Estadística</b>	<b>0,10%</b>	<b>1,80%</b>	<b>0,10%</b>
Diseño Industrial	0,10%	0,10%	0,10%
Producción Digital	0,10%	0,10%	0,10%
Física	0,10%	0,10%	0,10%
<b>Ingeniería Aeroespacial</b>	<b>0,10%</b>	<b>0,10%</b>	<b>0,10%</b>
Química	0,10%	0,10%	0,10%
Ingeniería en Telemática	0,10%	0,10%	0,10%
Ciencias Actuariales	0,00%	0,90%	0,00%
Matemática	0,00%	0,80%	0,20%
<b>Total</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

#### **4.1.6. Escenario de conglomerado profesional - ocupacional (clúster)**

En el cuarto escenario, el correspondiente al de conglomerado profesional – ocupacional, se mantiene constante la carrera de Ingeniería en Computación como formación vinculada al clúster de computación y tecnologías de la información; en el clúster de negocios se agrupan las carreras de Administración de Negocios, Contabilidad, Banca y Finanzas y Recursos Humanos; en el clúster industrial se agrupan las carreras de Ingeniería Industrial e Ingeniería en Mantenimiento Industrial, en el clúster de economía y exactas cuantitativas se incluyen las carreras de Matemáticas, Ciencias Actuariales, Estadística y Física.

Se procede, asimismo, a agrupar Ingeniería Mecatrónica con Aeroespacial, el clúster de electro ingenierías está compuesto por las carreras de Ingeniería Eléctrica y Electrónica, Mecánica y Electromecánica; por último, el clúster de bioingenierías y biociencias se compone de las carreras de Ingeniería en Biotecnología, Microbiología Y Biología. Las demás formaciones permanecen constantes.

Este último escenario permitirá contraponer la demanda a un nivel de clúster ocupacional con la correspondiente capacidad instalada del país (oferta país) y evidenciar tal como se hace en los estudios de CAEL (2019), Harrison (2012) y Biagi et al. (2020), si existe una brecha a un nivel de conglomerado de ramas productivas.

**Cuadro 16**  
**Zonas Francas de Costa Rica: Composición de la demanda en escenario de clústeres, 2020.**

<b>Formación Profesional</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Porcentaje</b>
Computación	350	31%
Negocios	254	22%
Industrial	167	15%
Economía y Exactas Cuantitativas	141	12%
Calidad, Manufactura y Materiales	68	6%
Mecatrónica y Aeroespacial	44	4%
Electroingenierías	44	4%
Marketing y Comunicación	24	2%
Bioingenierías y BioCiencias	16	1%
Diseño	16	1%
Química	7	1%
Derecho	6	1%
Salud y Seguridad Ocupacional	4	0%
Farmacia	2	0%
Odontología	2	0%
Telemática	1	0%
Producción Digital	1	0%
<b>Total, general</b>	<b>1147</b>	<b>100%</b>

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

Una vez identificadas las carreras demandadas por parte de las empresas multinacionales de alta tecnología, se expone la oferta que desarrolla el país de formaciones profesionales para laborar en zona franca. A diferencia de los trabajos de Biagi et al. (2020) y CAEL (2019), no se cuenta con una serie prolongada de los graduados por carrera, por lo que no se puede trabajar con la tasa de crecimiento lineal para el pronóstico de los períodos 2019-2023, por lo que se opta por un proceso de medias móviles de orden 3.

#### **4.2. Oferta país de Capital Humano**

A continuación, se exhibe la oferta país agrupada según el conglomerado asignado correspondiente. Se proponen 10 clústeres ocupacionales para realizar el correspondiente ajuste con la demanda. Es evidente notar que la oferta por sí sola no brinda un panorama esclarecedor de si el país se encuentra desarrollando una cantidad adecuada y suficiente de profesionales en las diferentes ramas vinculadas con los procesos de alta tecnología. Esto únicamente lo brindará el cruce entre oferta y demanda de capital humano para empresas de zona franca.

Sin embargo, si es clara la subproducción relativa que presenta el país en lo que respecta a la formación de profesionales en Ingeniería, Ciencia, Tecnología y Matemática con respecto a las carreras de las ramas de negocios y derecho. Especialmente es notorio el bajo desarrollo de formaciones profesionales vinculadas a la ciencia exacta como Estadística, Ciencias Actuariales, Física y Matemática, así como las Ingenierías en Calidad, Manufactura o Aeroespacial.

**Cuadro 17**

**Costa Rica: Oferta país promedio de profesionales demandados en empresas de zona franca, 2014-2018.**

<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Media oferta país 2014-2018</b>
Negocios	Derecho	1460
Negocios	Contabilidad	1168
Negocios	Banca y finanzas	858
Negocios	Recursos humanos	760
Industrial	Ingeniería Industrial	651
Computación	Computación	591
Farmacia	Farmacia	285
RI Y RP	RI Y RP	282
Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	240
Marketing y Comunicación	Comunicación	237
Marketing y Comunicación	Marketing	229
Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	186
Odontología	Odontología	169
Negocios	Comercio Internacional	151
Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	129
Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	125
Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	121
Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	108
BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	76
Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	69
Diseño	Diseño gráfico	65
Química	Química	62
Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	58
BioIngenierías y BioCiencias	Biología	50
Química	Ingeniería Química	42
Telemática	Ingeniería Telemática	35

<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Media oferta país 2014-2018</b>
Artes y Letras	Producción Digital	31
BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	29
Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	28
Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	23
Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	20
Calidad, Manufactura y Materiales	Industrial en materiales	18
Economía y C.E. Cuantitativas	Física	15
Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	6
Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	6
Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0

*Fuente:* estimación a partir de datos de CONARE (2018).

### **4.3. Medición de la brecha de Capital Humano**

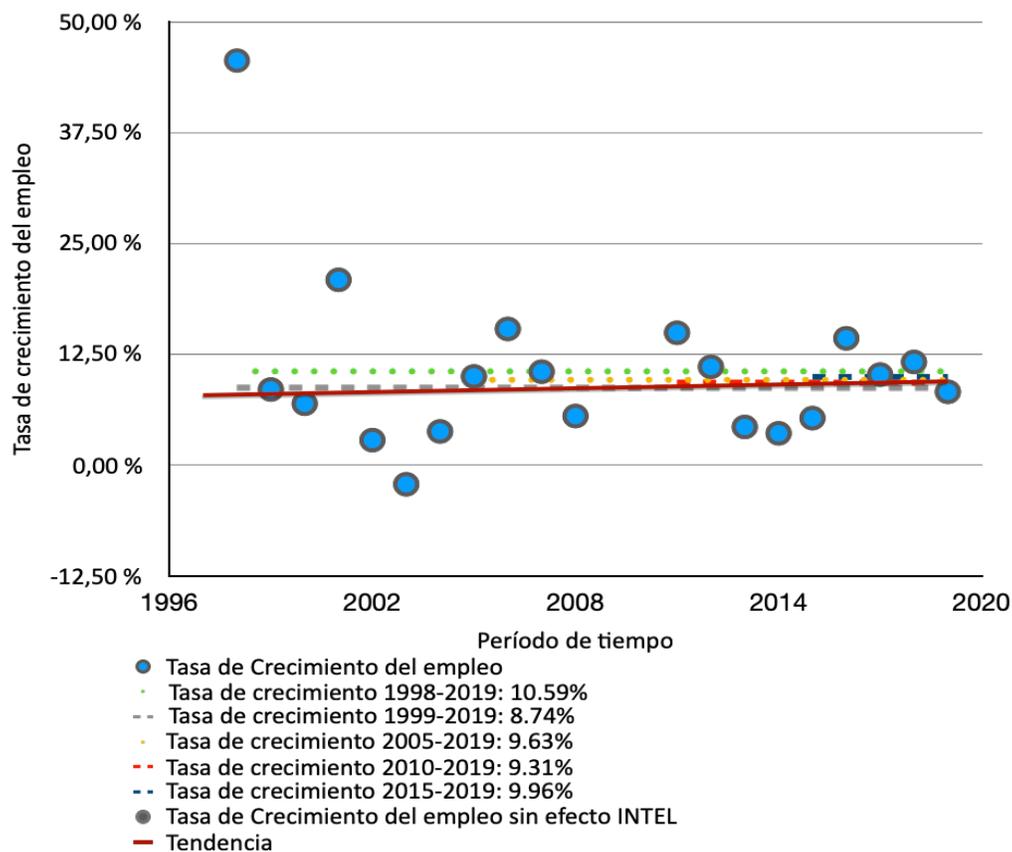
#### **4.3.1. Ritmo de aceleración de la demanda efectiva de empleo en zona franca**

El empleo neto general en zona franca ha mantenido un ritmo de crecimiento relativamente constante desde el año 1998, primera observación estadística con la que se cuenta, que coincide con la llegada de INTEL al país y el consecuente desembarco de empresas de alta tecnología en los años posteriores.

La tasa de crecimiento promedio del empleo en estos 21 años ha alcanzado el 10.6 % (1998-2019), quitando la llegada de INTEL al país (1999-2019), la tasa se reduce a un 8.74 %. Tomando como punto de partida el año 2005, el ritmo de crecimiento del empleo alcanza un 9.63 %, en la última década, este es de un 9.31 % y para los últimos 5 años, el ritmo de crecimiento roza el 10 % (9.96 %). Es decir, la aceleración del crecimiento del empleo en zona franca ha tenido un ritmo sostenido en los últimos 20 años que fluctúa entre el 8.7 % y el 10 %, como se observa en el gráfico 4.

Gráfico 4

Costa Rica: Ritmo de crecimiento del empleo en zona franca (oferta = demanda), 1998-2019.



Fuente: elaboración propia con datos de PROCOMER (2004, 2011, 2016, 2019).

Lo ideal sería contar con dicha serie de tiempo para el empleo desglosado por el nivel de calificación, de esta manera, también se podría aproximar no solo cómo ha aumentado el empleo en zona franca, sino cómo ha variado la naturaleza de sus operaciones, transitando de procesos básicos con una demanda de personal de poca calificación hacia una producción de mayor contenido tecnológico e intensiva en conocimiento, en la que se requiere capital humano de carreras en ciencia y tecnología de avanzada.

#### 4.3.2. Empleo profesional en zona franca

Afortunadamente, a pesar de que no se cuenta con una serie completa de la cantidad de ocupados profesionales en zona franca, se logró extraer de los informes del CINDE (2017) y CINDE (2018) el empleo profesional total y desglosado por las áreas de servicios, manufactura y ciencias de la vida y con ello se puede realizar una buena ponderación y estimación del empleo profesional presente en las operaciones de alta tecnología en el país y el que van a requerir estas en el corto-mediano plazo.

Como puede observarse en el cuadro 18, el sector servicios para el año 2016 ocupaba un 61.5 % del empleo total en zona franca, seguido por el sector de ciencias de la vida con un 23.6 % y el sector manufactura con un 14.8 %. Dicha distribución se mantiene casi constante para el año 2019, con un 61.3 % del total el empleo ocupado por el sector servicios, un 25.2 % del de ciencias de la vida y un 13.4 % del de manufactura. En el cuadro 19 se exhibe la cantidad total de empleados en zona franca por área de actividad.

#### **Cuadro 18**

**Costa Rica: Peso de los sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida en el empleo total en zona franca, 2016-2019.**

<b>Año</b>	<b>Peso de Servicios en Empleo Total en zona franca</b>	<b>Peso de Manufactura en Empleo Total en zona franca</b>	<b>Peso de ciencias de la vida en Empleo Total en zona franca</b>
2016	61,5 %	14,8 %	23,7 %
2017	63,5 %	13,9 %	22,7 %

*Fuente:* elaboración propia con datos de CINDE (2020).

#### **Cuadro 19**

**Costa Rica: Empleo total en zona franca por sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida, 2016-2019.**

<b>Año</b>	<b>Empleo total en servicios</b>	<b>Empleo total en manufactura</b>	<b>Empleo total en ciencias de la vida</b>
2016	57735	13885	22217
2017	65633	14358	23440

*Fuente:* elaboración propia con datos de PROCOMER (2020).

Con respecto al peso relativo de profesionales que labora en cada sector, como se explicó en la metodología, no se cuenta con una serie de tiempo, sino con un par de observaciones, las correspondientes al año 2016 y 2017. En el cuadro 20, se puede apreciar cómo el porcentaje de empleo profesional es mucho más elevado en el sector de servicios que en los demás sectores productivos. Dicha ponderación se asume constante para los demás períodos de análisis.

#### **Cuadro 20**

**Costa Rica: Peso de los sectores servicios, manufactura y ciencias de la vida en el empleo profesional en zona franca, 2016-2019.**

<b>Período</b>	<b>Peso empleo profesional en empleo total del sector Servicios</b>	<b>Peso empleo profesional en empleo total del sector Manufactura</b>	<b>Peso empleo profesional en empleo total del sector Ciencias de la vida</b>
2016	59,2 %	20,8 %	20,8 %
2017	59,2 %	20,8 %	20,8 %

*Fuente:* elaboración propia con datos de CINDE (2017) y CINDE (2018).

Con esta información y contando con el total del empleo por sector y el total del empleo profesional por sector de los años 2016 y 2017 mostrados en los siguientes cuadros, se puede saber con certeza que, para el año 2016 y 2017, en zona franca estaban trabajando 41 670 y 46 571 profesionales respectivamente, para una tasa de crecimiento del 11.76 %, por encima de la tasa de crecimiento de mediano-largo plazo (1998-2019).

### Cuadro 21

#### Costa Rica: Tasa de variación real del empleo profesional, 2016-2017

Período	Empleo Profesional en sector Servicios	Empleo Profesional en sector Manufactura	Empleo Profesional Ciencias de la vida	Total Empleo Profesional	Tasa de crecimiento
2016	34179	2888	4621	41688	
2017	38855	2987	4875	46717	12,06 %

Fuente: elaboración propia con datos de PROCOMER (2020) y CINDE (2018).

Por ello, una vez recolectado tanto el empleo total por año y por sector, así como el empleo profesional por año y por sector, se pueda definir la cantidad de profesionales que estaban trabajando en zona franca para los años 2017-2023.

$$\text{Empleo profesional}_t = EP_t = \sum \gamma_i * \theta_{it} * E_t$$

$$EP_t = \sum \bar{\gamma}_i * \theta_{it} * E_t$$

$$EP_t = \text{empleo profesional en zona franca}$$

$$E_t = \text{empleo total en zona franca}$$

$$\gamma_{it} = \text{peso del empleo profesional en empleo del sector}$$

$$\theta_{it} = \text{peso del sector } i \text{ en el empleo total en zona franca}$$

Con  $t = \text{período de tiempo}$

$i = \text{actividad productiva: servicios, manufactura y ciencias de la vida}$  (24)

De esta forma, como no es posible contar con la serie de tiempo del empleo profesional, debe asumirse un peso constante del capital humano de alta calificación dentro del total del empleo, para el período comprendido entre los años 2017 y 2023, período de análisis delimitado para el presente estudio.

#### 4.3.3. Tasas de aceleración de la demanda de empleo profesional

Con el propósito de contar con diferentes escenarios, que arrojen una medida entre las necesidades de capital humano por parte de las empresas de zona franca y la oferta país de capital humano, se procede no únicamente a evaluar el ritmo de aceleración de la demanda con base en

el 12.06 %, (única observación con la que se cuenta del empleo profesional), sino con diferentes tasas de crecimiento del empleo demandado efectivo (oferta = demanda). Se toman en cuenta las tasas de crecimiento del empleo general de largo plazo (10.6 %), así como la tasa de crecimiento medio de las exportaciones y del empleo.

Para las últimas dos tasas de crecimiento, se opta por calcular una medida de elasticidad empleo (nivel de producto [exportaciones]), con un ajuste econométrico a través de MCO siguiendo el enfoque adoptado por Biagi et al. (2020), CAEL (2019) y Harrison (2012), se estiman las siguientes tasas:

- Ritmo de crecimiento medio del empleo en zona franca = 10.6 %
- Ritmo de crecimiento medio del empleo en zona franca sin efecto INTEL = 8.7 %
- Ritmo de crecimiento medio de las exportaciones en zona franca = 13.7 %
- Ritmo de crecimiento medio de las exportaciones en zona franca sin efecto INTEL = 10.9 %

#### 4.3.3.1. Elasticidad exportaciones – empleo en zona franca

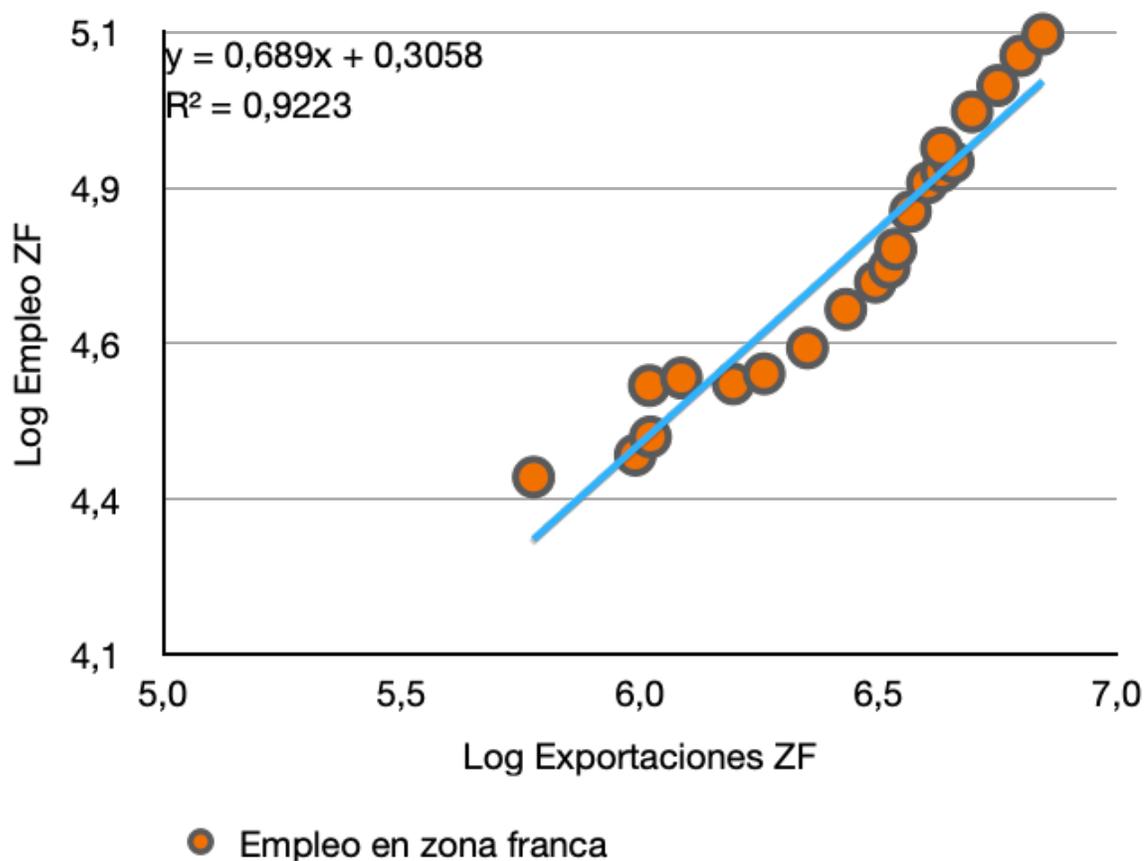
$$\text{Log}(\text{Empleo en zona franca}) = 0.3058 + 0.6989 * \text{Log}(\text{Exportaciones en zona franca})$$

$$\frac{\partial \text{Empleo en zona franca}}{\text{Empleo en zona franca}} = 0.6989 \frac{\partial \text{Exportaciones zona franca}}{\text{Exportaciones zona franca}}$$

$$\frac{\partial \text{Empleo en zona franca}}{\text{Empleo en zona franca}} = 0.6989 * 13.7\% = 9.57\%$$

$$\frac{\partial \text{Empleo en zona franca}}{\text{Empleo en zona franca}} = 0.6989 * 10.9\% = 7.61\% \quad (25)$$

**Gráfico 5**  
**Elasticidad Producción – Empleo en zonas francas, 1998-2019.**



*Fuente:* estimación a partir de datos de BCCR (s.f.), PROCOMER (2020) y CINDE (2020).

Tasas estimadas: 7.61 %, 8.14 %, 9.57 % y 10.23 %. Se opta por tomar la de 7.61 % que es la medida requerida de fuerza de trabajo para zona franca, para seguir un crecimiento sostenido de las exportaciones de un 10 %, es decir, sin el efecto INTEL. Se toma la tasa de crecimiento de largo plazo en zona franca que es de un 10.6 % similar a la arrojada por un ritmo de crecimiento de las exportaciones del 13.7 %.

De igual manera, se toma la tasa del 12.06 % único ritmo de crecimiento de aceleración efectiva de la demanda y una tasa fuera de media del 15 % que sirva como referencia para poner a prueba la capacidad país de crecer a un ritmo superior al mostrado. Lo indicado se muestra resumido en el cuadro 22.

**Cuadro 22**

**Costa Rica: Ritmo de crecimiento de la demanda efectiva de profesionales (O=D), según las tasas de crecimiento estimadas, 2017-2023.**

Año	Tasa estimada vía elasticidad	Tasa de largo plazo	Tasa de referencia	Tasa fuera de media
2017	3172	4419	5029	6253
2018	3414	4887	5635	7191
2019	3685	5405	6315	8270
2020	3978	5978	7077	9510
2021	4293	6612	7930	10937
2022	4634	7313	8887	12577
2023	5002	8088	9958	14464

*Fuente:* estimación a partir de datos de BCCR (s.f.), PROCOMER (2020) y CINDE (2020).

#### 4.4. Evaluación de brechas

Una vez estimada la composición de la demanda, así como contabilizada y ajustada la oferta país para laborar en las EMATs, se procede a evaluar si el país se encuentra desarrollando una cantidad de profesionales óptima, acorde con la demanda de capital humano para procesos intensivos en conocimiento.

La evidencia arrojada está ratificando de manera clara lo expuesto por diferentes autores de la masa académica en los últimos 25 años, sobre que el país se encuentra subproduciendo profesionales vinculados con habilidades ingenieriles, denotando un desajuste severo entre el esquema productivo y los conocimientos que desarrolla el país, es decir, su modelo educativo.

Desde el enfoque de las ondas tecnológicas, esta discordancia entre las industrias que se encuentran sobre la frontera tecnológica concentradas en las zonas francas del país y los ajustes que debió realizar el país en materia de formación profesional se evidencia hoy en día en forma de una economía dual con heterogeneidad en los niveles de productividad y supone un cuello de botella para que las operaciones de alta tecnología en el país sean un motor de desarrollo más extendido en la nación.

A continuación, se exhiben las brechas identificadas más representativas vinculadas esencialmente con niveles de producción de carreras relacionadas con la ingeniería, la ciencia y la tecnología por debajo de los óptimos privados y sociales.

#### 4.4.1. Computación

El nivel de desajuste entre los profesionales en ciencias de la computación que se encuentra desarrollando el país y los que están requiriendo las empresas de zona franca son de los más severos. La evidencia arrojada indica una presencia de niveles de producción de ingenieros en computación por debajo del óptimo para todas las tasas de crecimiento propuestas, lo cual supone un condicionante de gravedad para el crecimiento económico y la productividad sostenida del país.

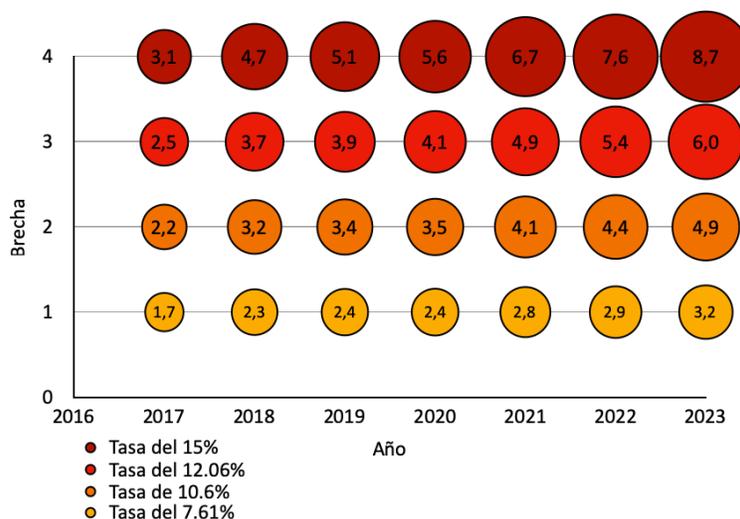
Para el año 2017, con una tasa del 15 %, se tiene constancia de que se requerían 2126 ingenieros en computación y el país tan solo se encontraba desarrollando 677, evidenciando una demanda de 3.14 veces la oferta y un desperdicio de 1449 puestos de trabajo para puestos laborales en el área de computación.

Para el año 2023, las estimaciones indican que se van a requerir 4918 ingenieros en computación, de los cuales el país va a estar en condiciones de ofertar tan solo 564, acentuándose el nivel de brecha entre los requerimientos de las empresas de zona franca y la capacidad actual de producción de ingenieros en computación de la nación, para una demanda relativa de 8.71 y 4354 puestos de trabajo desperdiciados o con brechas horizontales, lo cual para el caso específico en Ingeniería en Computación no resulta plausible.

Las tasas de crecimiento por debajo de un 15 % suavizan la brecha, sin embargo, incluso con la tasa de aceleración de la demanda efectiva más moderada se presentan desajustes severos, lo que denota la incapacidad del país de ajustarse a los requerimientos laborales en operaciones vinculadas con la computación y el *software*. Para el caso de una tasa de crecimiento del 7.61 %, se tiene evidencia de que, para el 2017, se estaban desperdiciando 1033 empleos y para el 2023 dicha cifra ascendería a 2822 empleos perdidos, con una demanda relativa de seis con respecto a la oferta país.

#### Gráfico 6

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Computación, 2017-2023.



*Fuente:* elaboración propia, 2021.

#### **4.4.2. Ingeniería Industrial**

Para el caso de la carrera de Ingeniería Industrial, se presentan brechas menores a las evidenciadas en la carrera de Ingeniería en Computación, pero aun así se detectan niveles de discordancia severos entre los requerimientos de ingenieros industriales por parte de las empresas de zona franca y la oferta país de estos.

Para el caso de una tasa de aceleración de la demanda de un 15 % para el año 2017, se estaban desaprovechando 415 puestos de trabajo, para una demanda relativa de más de 1.5 veces la oferta país de ingenieros industriales. Dicha condición para el año 2023 se intensificaría, para 1862 empleos demandados en los que la oferta no es capaz de ajustarse, mostrando un valor de la demanda relativa de 3.5.

En lo que respecta a la tasa de crecimiento más moderada, para el año 2017 se cuenta con evidencia que indica que los requerimientos de ingenieros industriales estaban siendo satisfechos por la oferta país, para un valor de 0.84 de la demanda relativa. Este hecho indica que el grado de absorción de la oferta país de ingenieros industriales por parte de las empresas de avanzada es casi total, por lo que, a pesar de que no se presente una brecha en zona franca, sí se está en condición de afirmar que existe una brecha país, pues tan solo quedaría un remanente de 116 ingenieros industriales para ubicarse en el resto de las actividades del entramado productivo interno.

Aun así, incluso con la tasa de crecimiento más baja, se tiene constancia de que, a partir del año 2020, la demanda de ingenieros industriales supera a la oferta y para el 2023 la demanda relativa alcanzaría un valor de 1.23 veces la oferta, para un total de 197 puestos de trabajo no creados.

Al jerarquizar por carreras de ciencias exactas, correspondientes al segundo escenario propuesto, la demanda de ingenieros industriales se suaviza, pues esta es reemplazada por profesionales en estadística, ciencias actuariales y matemática; no obstante, aun así, se presenta un grado de absorción de la oferta país elevada, que muestra indicios de condicionantes para el desarrollo productivo del resto de la economía. Para una tasa del 15 % para el año 2017, la demanda relativa en este escenario se reduce de 1.5 a 1.2 y para el año 2023 de 3.5 a 2.3, sin embargo, es notorio que siguen presentándose niveles de generación de ingenieros industriales menores a los requeridos.

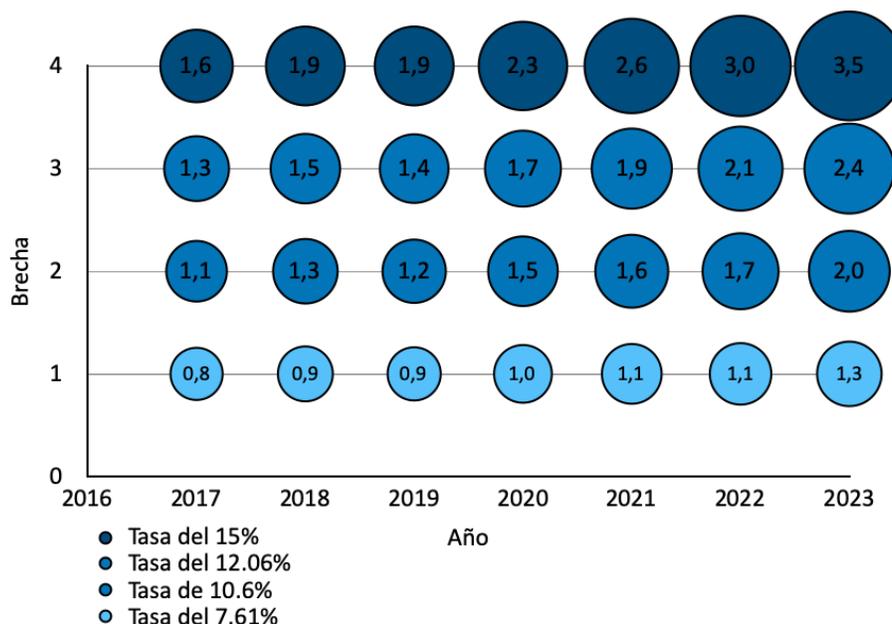
Para el caso de la tasa de un 7.61 %, no se presentan brechas para el período analizado, pero sí un grado de absorción importante del total de los ingenieros industriales del país. En el año 2017, dicho grado de absorción es de un 63 % de la oferta país total y para 2023 ascendería a un 95 %, es decir, se presentaría un leve excedente entre el nivel de ingenieros industriales que desarrolla el país y la cantidad requerida de las firmas de avanzada.

Nuevamente, aquí se estaría en una condición de una suerte de equilibrio parcial, es decir, las empresas de alta tecnología sí estarían encontrando todos los ingenieros industriales que

requieren para sus operaciones, mas el remanente para el resto del tejido productivo interno es y sería muy bajo, por lo que preocupan los bajos niveles de desarrollo de este tipo de capital humano.

### Gráfico 7

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería Industrial, en escenario de ingeniería, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.3. Calidad, manufactura y materiales

En lo que respecta a las brechas identificadas en las carreras correspondientes a las ingenierías en Calidad, Producción Industrial (Manufactura) y Materiales, se detectan serios desajustes entre oferta y demanda.

A pesar de que estas formaciones profesionales ocupan un peso relativamente bajo dentro de la composición total de la demanda, el bajo desarrollo también por el lado de la oferta está indicando que se presentan brechas severas, lo que supone un reto importante para los años venideros, en la medida que estas carreras se vislumbran como clave para los perfiles futuros en las operaciones de alta tecnología. Para el caso de las ingenierías en materiales, con una tasa del 15 % se tiene constancia que, para el año 2017, las empresas de zona franca estaban requiriendo un 75 % de la oferta país; dicha cifra se dispararía para el año 2023 con una carencia de 29 ingenieros en materiales y una necesidad de aumentar la oferta país en 200.3 % para al menos satisfacer las demandas de las empresas de avanzada.

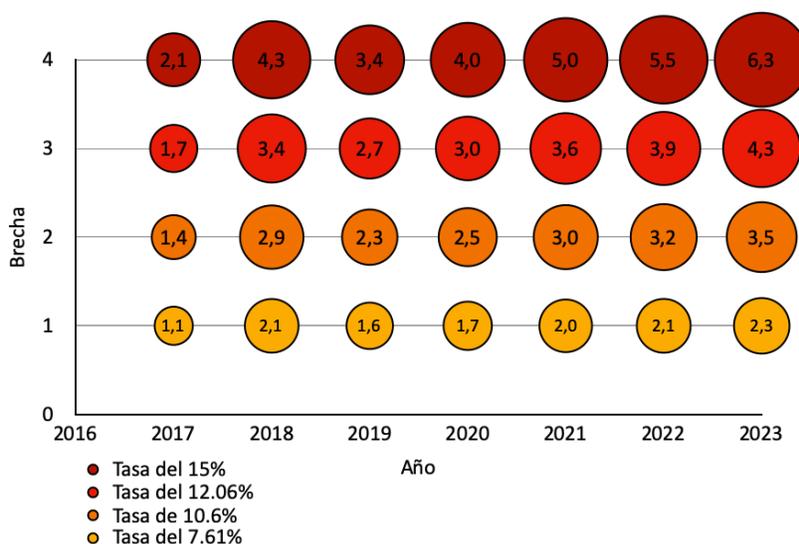
En el escenario más moderado, se evidencia como la demanda de zona franca requería un 40 % de la oferta país de los ingenieros de este tipo para el año 2017 y para el año 2023, las empresas estarían requiriendo de hasta un 84 % de la oferta de ingenieros en materiales, para un

excedente de apenas cuatro ingenieros en materiales. Si se considera el escenario de jerarquización por operaciones, la brecha para este tipo de profesionales se dispara, puesto que los ingenieros en materiales pasan de representar un 0.3 % en el total de la composición de la demanda a un 1 %.

En este escenario, con una tasa del 15 %, se tiene evidencia de que ya para el año 2017 había serios desajustes entre oferta y demanda, con un faltante de 31 ingenieros en materiales y una demanda de 200.7 % la oferta país; para el año 2023, estaría presentándose un faltante de 117 ingenieros de este perfil, para una demanda de zona franca de seis veces la capacidad productiva de este tipo de profesionales. Aún en el escenario más moderado, se tiene evidencia de existencia de brechas, puesto que, para el año 2017, se puede afirmar que la demanda de este tipo de profesional estaba requiriendo el total de la oferta país con una demanda relativa de 1.09 y para el año 2023, dicha cifra se dispararía para una demanda con un valor de 2.3 veces la oferta.

### Gráfico 8

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Materiales, en escenario en materiales, 2017-2023



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.3.1. Ingeniería en calidad

En el caso de los ingenieros en calidad, se presenta una magnitud de brecha relativa al nivel de severidad de las carencias existentes en los ingenieros en ciencias de la computación. Esta formación profesional únicamente ocupa entre un 2.7 % y un 3.6 % según el escenario propuesto, pero la baja capacidad actual desarrollada de este tipo de capital humano ingenieril repercute en severos niveles de desajuste entre los requerimientos laborales de las empresas de zona franca y los niveles de generación actuales.

En el escenario de ingeniería y con la tasa de aceleración de un 15 %, se cuenta con evidencia que permite afirmar que se estaban requiriendo 180 ingenieros en calidad con una oferta país de tan solo 23 para un faltante de 157 profesionales y una demanda relativa con un

valor de 7.8. Por otro lado, en el escenario de crecimiento más moderado, para el año 2017 dicha magnitud se suaviza para un valor de la demanda relativa de 4.1 y una carencia de 72 ingenieros de este tipo.

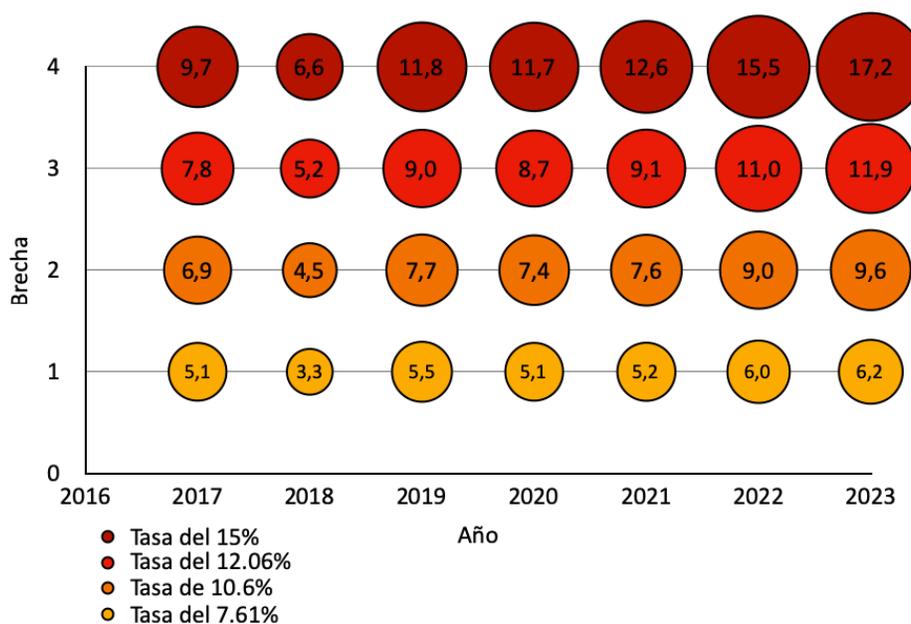
Se vislumbra que, en el año 2023, con la tasa de crecimiento del 15 %, se presentará un desajuste severo con una demanda de 14 veces la oferta y un faltante de casi 400 profesionales. Dicha cifra se suaviza en el escenario de crecimiento más modesto, mas no deja de representar un faltante significativo de este tipo de profesional, para una demanda de cinco veces la oferta y 121 ingenieros en calidad requeridos.

En el escenario de operaciones, dicha carencia de ingenieros en calidad resulta aún más explosiva, puesto que el peso que ocupan este tipo de profesionales dentro del total de la composición de la demanda pasa de ser de un 2.9 % a un 3.6 %. Para el caso de una tasa del 15 % en el año 2017, se cuenta con evidencia, la cual permite afirmar que se estaban requiriendo 201 profesionales que el país no tenía, para un valor de la demanda de un 9.7 veces la oferta; dicha cifra ascendería a una demanda de 17.5 veces la oferta para el 2023 y un faltante de 487 ingenieros en calidad.

En el caso de la tasa de crecimiento más moderada, se identifica que, para el año 2017, la magnitud de la demanda relativa era de 5.1 veces la oferta, lo que para el 2023 se traduciría en un valor de 6.3 la capacidad instalada de ingenieros en calidad y una carencia de 158 profesionales de este tipo de capital ingenieril.

### Gráfico 9

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Materiales, en escenario de operaciones, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.3.2. Ingeniería en Producción Industrial

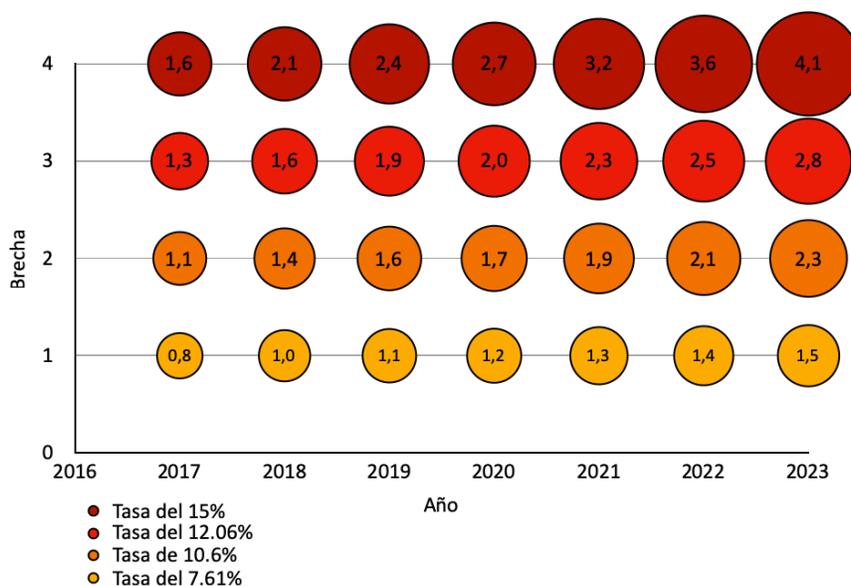
En la última carrera que se encuentra dentro del clúster propuesto de calidad, materiales y manufactura, se tiene a la carrera de Producción Industrial (anteriormente Ingeniería en Manufactura). El peso relativo que esta formación ocupa dentro de la composición de la demanda de las empresas de alta tecnología es similar a la cantidad de puestos requeridos en Ingeniería en Calidad, sin embargo, los niveles de producción de este tipo de ingenieros son más elevados y, por ende, se presenta un menor nivel de brecha entre oferta y demanda.

Bajo una tasa del 15 % se cuenta con evidencia de que, para el 2017, la demanda estaba absorbiendo la totalidad de la oferta país, para un valor de la demanda relativa de 1.04 y un faltante de 5 ingenieros en producción industrial. Dicha cifra se magnificaría para el año 2023 con una carencia de 215 ingenieros en producción industrial y un valor de la demanda relativa de 2.7.

Por su parte, en la tasa de crecimiento más moderada, no se tiene evidencia de brechas a nivel zona franca, es decir, se puede afirmar que las empresas de alta tecnología sí están encontrando la cantidad de ingenieros en producción industrial que requieren, puesto que, para el año 2017, zona franca requería del 55 % de este tipo de profesionales para un excedente de 64 ingenieros y dicha cifra ascendería a un 0.98 de la demanda con respecto a la oferta y un excedente de dos ingenieros en producción industrial, lo que estaría indicando una especie de equilibrio zona franca, donde todo lo demandado encuentra su correspondiente cantidad ofertada, con el condicionante de que sí se presentaría una brecha país, ya que zona franca estaría requiriendo la totalidad de la oferta de este tipo de capital humano ingenieril.

#### Gráfico 10

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería en Producción, en escenario de operaciones, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

El escenario en el que se jerarquiza por ciencias exactas no presenta mayor variación con respecto al correspondiente en ingeniería, por lo que los niveles de desajuste se pueden chequear en el apéndice.

Si en el escenario de ingeniería no se presentan brechas tan severas, para el caso del escenario de operaciones, sí se cuenta con evidencia que permite afirmar que la demanda supera en mucho a la oferta. Para el caso de una tasa de aceleración del 15 %, se tiene constancia que para el año 2017 se estaban requiriendo de 82 ingenieros más de la capacidad instalada actual de ingenieros en producción industrial, para un valor de 1.6 de la demanda relativa; dicha cifra ascendería a una magnitud de brecha de 391 para el año 2017 y una demanda de 400 % la oferta país.

En el caso de la tasa de crecimiento más moderada, para el año 2017 no se presentaban brechas, mas la demanda estaba requiriendo de un 83 % de la oferta país con un excedente de 24 ingenieros de este tipo. Para el año 2023, se presentaría un desajuste severo, con una carencia de 61 ingenieros en manufactura y un valor de la demanda relativa de 1.5.

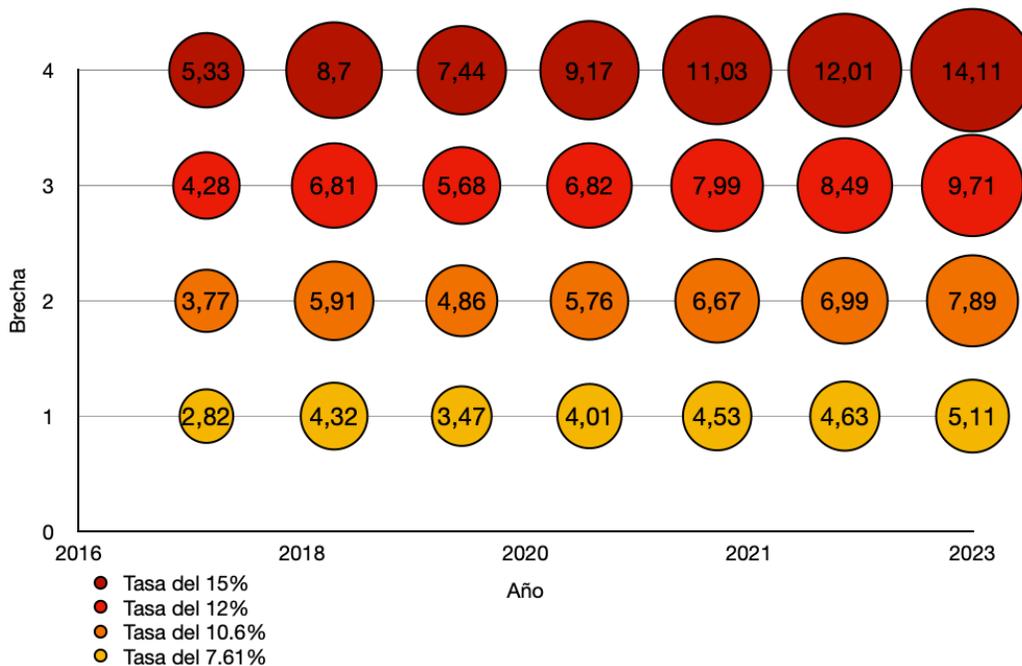
#### **4.4.4. Mecatrónica y aeroespacial**

Para el caso de ingeniería mecatrónica al igual que en la gran mayoría de ingenierías se presentan niveles de desarrollo muy por debajo de los requeridos por las empresas de zona franca. En el escenario de crecimiento más moderado se cuenta con evidencia que permite afirmar que para el año 2017 la demanda relativa alcanzaba un valor de 2.82, magnificándose dicha cifra a una demanda de 5 veces la oferta para 2023. Mientras que para el escenario con una tasa de crecimiento del 15% la magnitud de la brecha ya ascendía a un valor de la demanda relativa de 5.3 para 2017 y de mantenerse los niveles de generación actual de este tipo de profesional se llegaría a una demanda relativa de 14 para 2023.

Con respecto a la ingeniería aeroespacial, ya se cuenta con evidencia que permite identificar que se está empezando a demandar esta formación profesional en las empresas de avanzada, más la problemática radica en que el país aún no produce este tipo de profesionales. En el escenario de crecimiento más moderado se tiene constancia que para 2017 se estaban requiriendo 3 ingenieros aeroespaciales cifra que ascendería a 5 para 2023, mientras que en el escenario con una tasa de crecimiento por encima de la media se estima que para el 2017 ya se estaban requiriendo 5 ingenieros aeroespaciales cifra que ascendería a 13 para el año 2023. Por definición, en este caso la demanda relativa es infinita, ya que no existe una oferta de profesionales vinculada a las demandas específicas de este tipo de capital ingenieril.

Gráfico 11

Costa Rica: Demanda relativa en Ingeniería Mecatrónica, en escenario de operaciones, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.5. Economía y exactas cuantitativas

En lo que respecta a las carreras con un fuerte componente cuantitativo, las correspondientes a Economía y las Ciencias Exactas: Matemática, Estadística, Ciencias Actariales y Física, se presenta en la mayoría desajustes de gran severidad en 1 de los 3 escenarios, lo que indica las débiles habilidades cuantitativas de la especialización del país en la formación superior.

##### 4.4.5.1. Economía

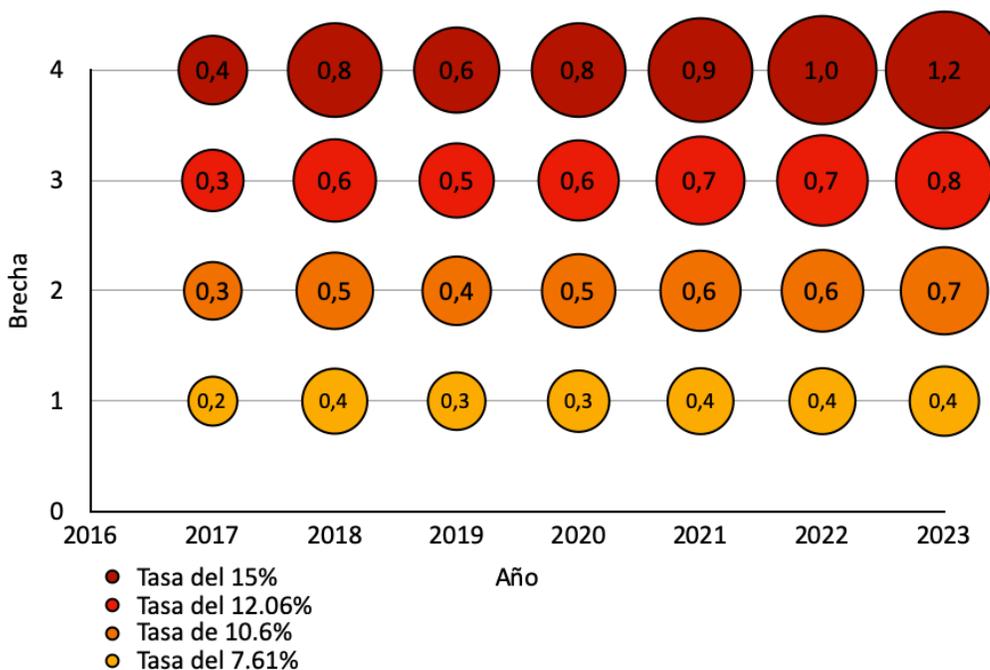
Para el caso de la carrera de Economía, no se tiene constancia de que se presenten brechas severas, es decir, las empresas de zona franca están encontrando todos los economistas que requieren. Dicha cifra no es de sorprender, puesto que, a nivel particular, los economistas solo ocupan un 1 % dentro del total de la composición de la demanda por parte de las empresas de avanzada. Para el año 2017 y con una tasa de crecimiento del 15 %, zona franca estaría requiriendo un 42 % de la oferta total de economistas y para el año 2023, se presentaría una leve escasez de 23 profesionales de este tipo. Dicha magnitud, con el escenario más moderado, indica que, para el año 2017, zona franca requeriría de un 22 % de la oferta total para un excedente de 110 profesionales y para el año 2023 dicha cifra ascendería a un 43 %, para un excedente de 66 economistas.

Asimismo, se puede afirmar que este excedente de economistas bien podría estar reemplazando una gran cantidad de puestos de trabajo en los que se carece de ingenieros, lo que supondría también un agravio para los demás sectores productivos tanto públicos como privados

en los que este tipo de profesional resulta altamente demandado. Puesto que los excedentes en esta rama no alcanzan a compensar los bajos niveles de desarrollo en formaciones que presentan sustituibilidad.

### Gráfico 12

Costa Rica: Demanda relativa en economía, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.5.2. Estadística

Bajo el primer escenario propuesto, no se identifican brechas en las carreras de Ciencias Exactas, ya que estas ocupan un peso residual dentro del total de la composición de la demanda. La carrera de Estadística tan solo ocupa un 0.1% del total de puestos demandados bajo este contorno, lo que permite apreciar que se presentan excedentes relativos elevados, mas no absolutos, debido a la baja capacidad del país de desarrollar este tipo de profesionales.

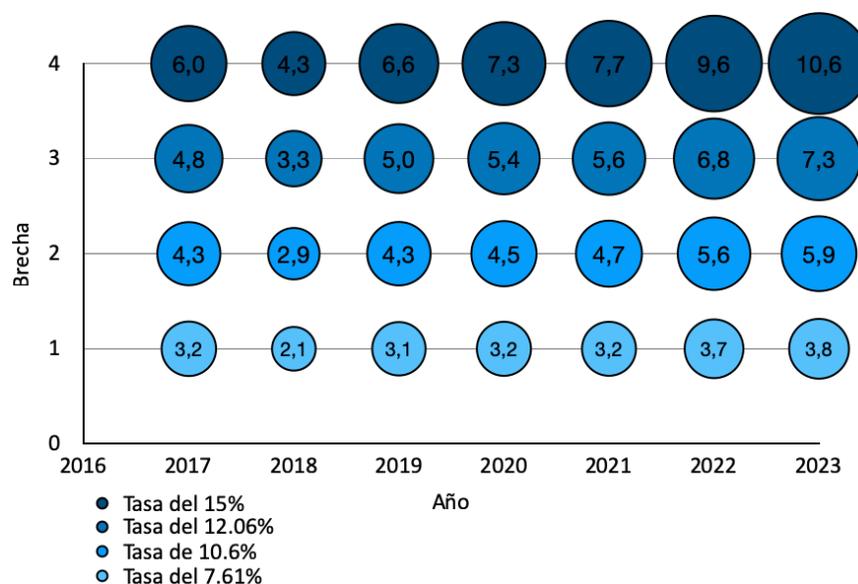
Con una tasa del 15 % se tiene constancia que, para el año 2017, se presentaba un excedente de 14 estadísticos para una demanda que absorbía apenas un 30 % de la oferta; dicha cifra ascendería a un grado de absorción de la oferta de un 50 % para el año 2023 y un excedente de 12 estadísticos. Para el caso de la tasa de crecimiento más moderada, zona franca apenas ocupaba para el año 2017 un 15 % del total de la oferta de estadísticos en el país para un excedente de 16 estadísticos y dicha cifra se elevaría de forma leve para el 2023 con un grado de absorción de la demanda de 18 % de la oferta y un excedente de 20 estadísticos.

Al jerarquizar por demanda de carreras en ciencias exactas las brechas a nivel particular en la carrera de Estadística, estas se magnifican, puesto que este tipo de profesional presenta una sustituibilidad evidente con carreras de ingeniería, esencialmente con la correspondiente a

Ingeniería Industrial. En este escenario, la carrera de Estadística pasa de ocupar un 0.1 % en el total de la composición de la demanda a un 1.8 %; dicha cifra, aunque resulta leve, no se ve compensada con los bajos niveles de generación de este tipo de profesionales. Para el año 2017, con una tasa de crecimiento del 15 %, se tiene constancia de que zona franca estaba requiriendo de 95 estadísticos que no existían en el mercado, para una demanda relativa con un valor de 6; dicha magnitud se elevaría para 2023 a un faltante de 240 estadísticos para una demanda de 10 veces la oferta país de estos. En el caso de la tasa de crecimiento más moderada, para el año 2017 se estaría requiriendo de 42 estadísticos más de la oferta país, para una demanda de 300 % el valor de la oferta; dicha cifra se acentuaría a una carencia de 63 estadísticos para el 2023 y un valor de la demanda relativa de 3.6.

**Gráfico 13**

**Costa Rica: Demanda relativa en Estadística, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023.**



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.5.3. Matemática

La carrera de Matemática ocupa un peso moderado dentro del total de las demandas laborales por parte de las empresas de zona franca. Esta ni siquiera figura en el escenario propuesto de jerarquización por carreras de ingeniería y tecnología, además de presentar un peso leve en el escenario 2 (el correspondiente a jerarquización por formaciones vinculadas a la ciencia exacta). Con todo ello, se detectan brechas severas, ya que el país desarrolla una cantidad muy baja de este tipo de capital humano.

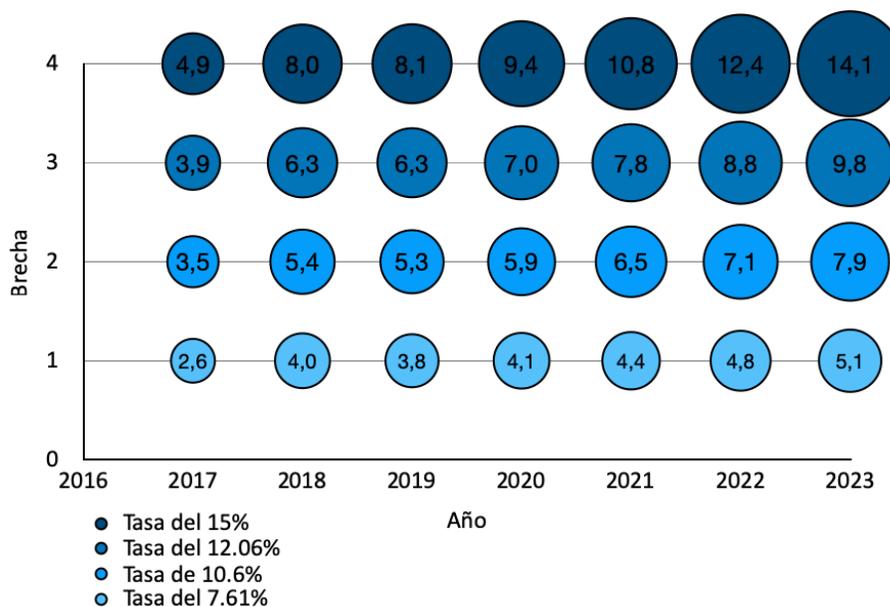
Para el año 2017, con una tasa de aceleración del 15 %, se tiene constancia que la demanda era de casi cinco veces la oferta, con un faltante de 39 matemáticos. Para el año 2023, dicha cifra ascendería a una brecha de 106 matemáticos y una demanda zona franca de 14.4 veces la oferta. Dicha cifra se suaviza moderadamente para la tasa de crecimiento más baja

evidenciándose cómo, para el año 2017, se presentaba una carencia de 16 matemáticos y para el año 2023 dicha magnitud ascendería a 30 matemáticos requeridos por encima de los niveles de desarrollo del país.

En el caso del escenario de operaciones, la carrera de Matemática ve reducida aún más su cuota relativa de 0.8 % a 0.2 %. Aun así, se muestran desajustes entre los requerimientos de zona franca y los niveles de generación actual de matemáticos. Para el caso de una tasa de crecimiento del empleo de un 15 %, en el año 2017, se evidenciaba una posición de equilibrio parcial, para zona franca, con un faltante de un matemático; para el año 2023, dicha cifra se acentuaría hasta una carencia de 17 matemáticos y una demanda de 300 % la oferta. Más comedido resulta el escenario con una tasa de aceleración del 7.61 %, en el que la demanda estaba requiriendo un 50 % de la oferta país en el año 2017 para un excedente de cuatro matemáticos y en el 2023 el faltante de matemáticos sería de uno para un grado de absorción de la demanda de 1.16 la oferta país.

#### Gráfico 14

Costa Rica: Demanda relativa en Matemática, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

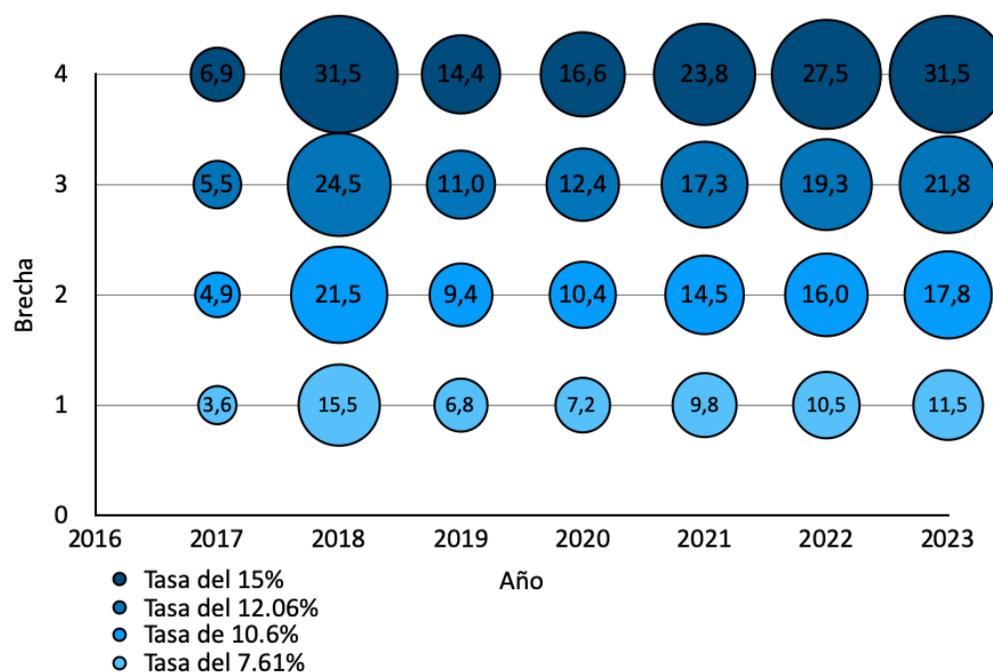
#### 4.4.5.4. Ciencias actuariales

En lo que respecta a la carrera de Ciencias Actuariales, solo se identifican demandas por este tipo de profesional en el escenario de jerarquización por ciencias exactas. El peso relativo que ocupa esta formación profesional dentro de la demanda total es muy bajo, mas los niveles de generación de este tipo de capital humano son aún más bajos, los que hacen que las brechas alcancen el grado de severidad que se presenta en carreras como las Ingenierías en Computación o Ingenierías en Calidad.

Para el año 2017, se tiene evidencia que se requería de 55 científicos actuariales más la oferta país tan solo era de ocho, lo que supone una carencia de 47 profesionales de este tipo y una demanda de casi siete veces la oferta. De seguir con los niveles de producción similares a los actuales, la demanda relativa para 2023 ascendería a 31.5 veces la oferta país, para una carencia de 122 actuarios. El escenario de crecimiento más moderado por su parte indica que para el 2017 había un faltante de 21 actuarios cifra que ascendería a 41 en 2023, para una demanda relativa de 11.5.

### Gráfico 15

Costa Rica: Demanda relativa en Ciencias Actuariales, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.5.5. Física

En lo que respecta a la carrera de Física, no se tiene constancia de que se presenten brechas. La carrera presenta un peso relativo muy bajo de tan solo 0.1 % en la configuración de la demanda y los niveles de producción de este tipo de capital humano son un tanto superiores a los de matemáticos, actuariales y estadísticos.

Para el año 2017, se tiene evidencia de que las empresas de zona franca estarían encontrando en cantidad todos los físicos requeridos para un grado de absorción de la oferta de apenas un 22 %, dicha cifra ascendería a 2023 a un 72 % del total de la oferta país para un excedente de cinco físicos, por lo cual se estaría nuevamente en un grado de absorción del capital humano interno por parte de zona franca desmesurado, despoblando a los requerimientos laborales de los demás sectores productivos.

#### **4.4.6. Biociencias y bioingenierías**

##### **4.4.6.1. Biotecnología**

En lo que respecta a las carreras agrupadas dentro del clúster de biociencias y bioingenierías, no se identifican brechas en las formaciones de Microbiología y Biología, pero sí en la carrera de Biotecnología.

Con una tasa del 15 % para el año 2017, se habría presentado un faltante de dos ingenieros en Biotecnología y un grado de absorción de la demanda de 1.04 veces la oferta; dicha condición se vería acentuada para el año 2023 en donde se estaría precisando de 65 ingenieros en Biotecnología para una demanda relativa de 2.8.

En la tasa de crecimiento más moderada, correspondiente al 7.61 % se tiene constancia que para 2017 habría un excedente de 19 ingenieros en Biotecnología y un grado de absorción del 55 % de la oferta total por parte de la demanda de zona franca. Para el año 2023, se estaría presentando un escenario de equilibrio zona franca, en el cual las empresas de alta tecnología estarían precisando de la totalidad de la oferta país dejando sin remanente al resto de los sectores productivos.

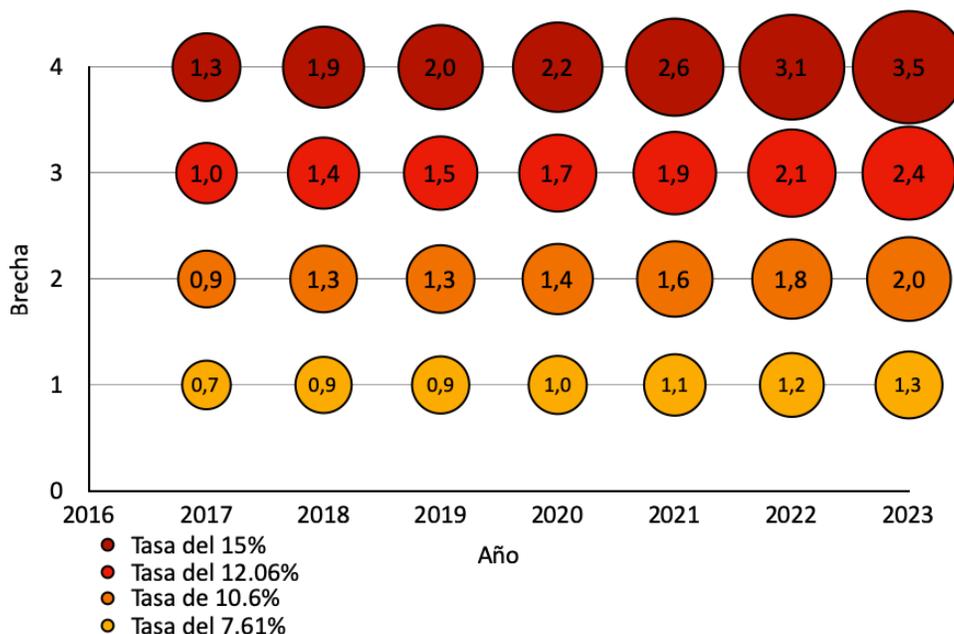
Al jerarquizar por formaciones procedentes de las ciencias exactas, la demanda de biotecnólogos se ve suavizada, puesto que su lugar lo ocupan los microbiólogos. En este escenario, se tiene constancia de que zona franca estaba precisando de un 52 % de la oferta país para el año 2017 y dicha cifra se acentuaría a un 140 % para 2023, obteniéndose así un faltante de 14 biotecnólogos. En el escenario más moderado, el grado de absorción apenas alcanzaría un 27 % de la oferta total para 2017, llegando a ser de un 50 % para el año 2023 con un excedente de 18 ingenieros en biotecnología.

En lo que respecta al escenario de operaciones, se estarían presentando niveles severos de brecha. Para el año 2017, se habría alcanzado un grado de absorción de la oferta país de un 130 % y para el año 2023 se estaría acentuando dicha condición hasta un 3.5 veces el valor de la demanda relativa, presentándose una carencia de 90 biotecnólogos. El escenario de crecimiento moderado reflejaría una brecha un tanto más relajado con valores de 92 % en el grado de absorción de la demanda relativa para 2017 y de 2.4 para 2023.

Para los casos de Microbiología y Biología, no se evidencian brechas para ninguno de los escenarios propuestos, por lo que se atisba una carencia de biotecnólogos a nivel particular, mas no a nivel de clúster en el que, esencialmente, los microbiólogos estarían compensando el bajo nivel de desarrollo del país de ingenieros en Biotecnología.

Gráfico 16

Costa Rica: Demanda relativa de Ingeniería en Biotecnología, en escenario de operaciones, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.7. Química: Ingeniería química, química pura e industrial

Para el caso del conglomerado de química, se identifican brechas elevadas en ingeniería química. Dicha formación profesional ocupa un peso un tanto residual dentro de la composición total de la demanda, pero, al igual de lo que sucede en los casos de muchas de las ingenierías y las ciencias exactas cuantitativas, los niveles de generación del país de estos profesionales son tan bajos que aun así se evidencian brechas insalvables en el corto plazo.

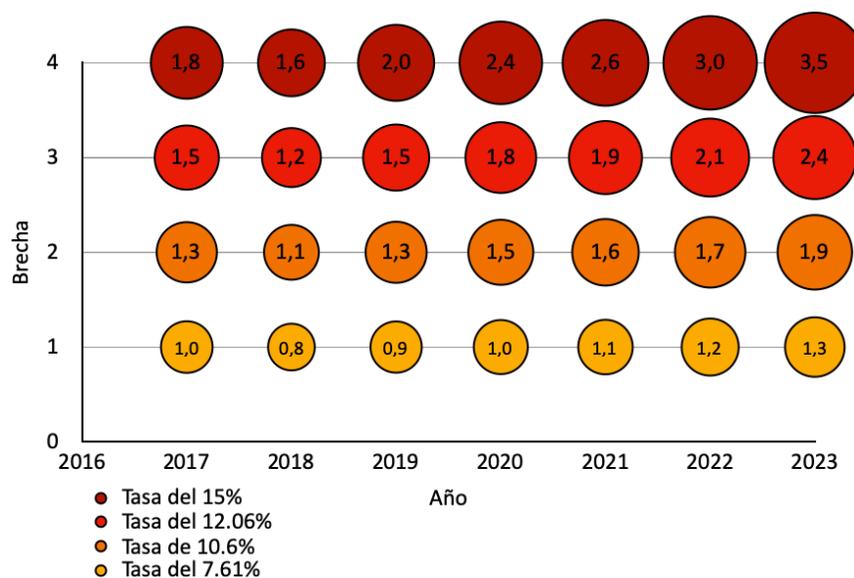
Para el año 2017, se cuenta con evidencia que permite afirmar que el grado de absorción de la oferta sería de casi un 80 %, para un excedente de nueve ingenieros químicos; mientras que, para 2023, se presentaría una carencia de 25 ingenieros químicos con una demanda de 1.5 veces la oferta país. En el escenario más moderado, el grado de absorción de la oferta país habría sido para 2017 de un 55 % y para 2023 llegaría a ser de un 84 % siguiendo los niveles de desarrollo promedio de la actualidad, para un excedente de tan solo ocho profesionales de este tipo de ingeniería.

En lo que respecta al escenario de ciencias exactas, la carrera de ingeniería química gana peso dentro de la composición de la demanda al pasar de un 0.5 % a un 1.2 %, lo que incrementa de manera sustancial la demanda zona franca y consecuentemente el nivel de brecha. Bajo este escenario, se habría presentado una carencia de 34 ingenieros químicos en 2017 para un valor de la demanda relativa de 1.8, llegando a ser en 2023 de 3.5, con una carencia de 126 profesionales en ingeniería química.

Bajo el escenario más moderado, el grado de absorción de la oferta país habría sido de 0.96 % para 2017, con un excedente de apenas dos ingenieros, cifra que ascendería en 2023 a casi 1.3 veces la demanda con respecto a la oferta y una magnitud de brecha absoluta de 13 ingenieros químicos. Con respecto al nivel de desarrollo de los químicos puros, no se evidencian brechas, lo que se intuye que la baja cantidad de ingenieros químicos se estaría compensando parcialmente con los excedentes que se presentan de profesionales en química pura, condición que se va a analizar más adelante para el caso de los clústeres.

### Gráfico 17

Costa Rica: Demanda relativa de Ingeniería Química, en escenario de ciencias exactas, 2017-2023.



Fuente: elaboración propia, 2021.

#### 4.4.8. Electroingenierías

En lo concerniente al conglomerado de las electroingenierías compuesto por las Ingenierías en Electromecánica, Eléctrica y Electrónica y Mecánica, a diferencia de las demás ramas de la ingeniería, no se identifican brechas para zona franca, lo que puede estar suponiendo un cierto grado de compensación con respecto a las deficiencias presentadas en otras carreras, ocupando estas de forma parcial algunos de los puestos de trabajo para los que se requieren otros tipos de ingeniero, condición que se va a analizar en el escenario de clústeres.

No obstante, los grados de absorción de la demanda de zona franca con respecto a la oferta país de estos profesionales, en algunos casos, toman valores por encima del 50 %, lo que refleja, aun así, que zona franca estaría requiriendo una cuota importante de este capital humano, despoblando la disposición y acceso de estos profesionales a los demás sectores productivos del entramado productivo interno.

#### 4.4.9. Negocios

En lo que respecta a las carreras que forman parte del clúster de negocios, no se identifican brechas en ningún caso, lo que refleja una distribución descompensada entre la cantidad de profesionales que el país está desarrollando en ramas de ingeniería, ciencia y tecnología con respecto a otras áreas de formación. No obstante, la única formación profesional del clúster de negocios en los que los niveles de absorción de la oferta por parte de la demanda de las empresas de avanzada son elevados, es la correspondiente a banca y finanzas, lo que evidencia débiles habilidades cuantitativas, ya que a esta carrera se le presupone los mayores requerimientos en materia de análisis cuantitativo-numérico.

Partiendo del escenario con una tasa de aceleración de la demanda efectiva de un 15 %, se cuenta con evidencia que permite afirmar que, para el año 2017, zona franca estaba absorbiendo un 59 % de la oferta país, lo que para 2023 indicaría una demanda relativa de 1.37 y una carencia de 303 profesionales en esta carrera. En el escenario de crecimiento más modesto, dicha cifra se suaviza e indica que el grado de absorción de la demanda alcanzaría un 50 % para 2023, por lo que no se puede catalogar como un estado crítico.

#### 4.5. Brecha absoluta acumulada

La brecha absoluta acumulada muestra el panorama de los empleos que se van a estar demandado para el período total analizado y la oferta país total. Dicho enfoque, tomado de los estudios de Biagi et al. (2020) y Harrison (2012), es de gran importancia, puesto que también muestra si de forma dinámica el país está siendo capaz de atender las demandas laborales de las empresas de avanzada.

Con el análisis de brecha acumulada, existe la posibilidad de que se presenten brechas en un año en particular, lo cual retardaría la generación de empleo efectivo, mas es posible que en los años venideros dichos vacíos se llenen con la creación de nuevos profesionales si el país realiza los ajustes en el corto plazo. La brecha acumulada también resulta clave, puesto que captura la posibilidad de que profesionales graduados que no consiguieron trabajo se empleen en períodos posteriores, si se presentaran excedentes de oferta en años particulares.

Como se evidencia en el cuadro 23, la brecha acumulada para la mayoría de las formaciones vinculadas a la ingeniería, la ciencia y la tecnología es de grado severo. Los bajos niveles de desarrollo del país de estos profesionales en el largo plazo están condicionando el desarrollo productivo del país mostrando que Costa Rica no ha sido capaz de ajustar su oferta profesional de la mano con la naturaleza de las operaciones de alta tecnología. Observando los niveles de generación tan bajos de este tipo de profesional no resulta sorprendente los bajos niveles de productividad laboral que presenta el país y la poca contribución del capital humano en el crecimiento, expuesta, por ejemplo, por Abarca y Ramírez (2016). Tampoco es de extrañar que los efectos derrame de la IED sobre el resto del aparato productivo hayan sido moderados con respecto a su verdadero potencial, puesto que el país ostenta capacidades innovativas y de absorción muy por debajo de los niveles óptimos requeridos.

En ingeniería en computación, se cuenta con evidencia que como mínimo para el período comprendido entre 2017 y 2023 se va a presentar un déficit de casi 6000 empleos bajo la tasa de crecimiento más moderada que, a su vez, puede estar condicionada por la baja disponibilidad del tipo de capital humano de alta calificación. En el lado más extremo, se puede apreciar cómo el país difícilmente podría alcanzar un crecimiento sostenido del 15 % en operaciones vinculadas a la computación, puesto que se alcanzaría casi unos 20 000 puestos demandados por encima de los ofertados, siendo difícil sustituir a este tipo de profesionales.

Para el caso de los ingenieros industriales, es evidente como el país no podría mantener un ritmo de crecimiento sostenido de la demanda efectiva ni del 15 %, ni del 12 % ni del 10 %, la única tasa de crecimiento en la que no se presentan déficits es la correspondiente a la tasa de aceleración más moderada, reflejando de alguna manera cómo la oferta país moldea el crecimiento efectivo, puesto que esta imposibilita que el país esté creciendo a un ritmo sostenido más elevado. Según la evidencia arrojada, la ingeniería industrial presenta una sustituibilidad elevada con una gran cantidad de formaciones profesionales, lo que resulta preocupante, ya que no existe un *stock* acumulado de profesionales en ramas afines que puedan suponer un relevo para las carencias existentes en este tipo de profesional ingenieril.

Con respecto a las ingenierías en materiales para el caso de dos de los tres escenarios, se presentan brechas menores a la centena de profesionales, lo que no supondría un agravio si se presentaran excedentes en otras formaciones ingenieriles que compensaran los bajos niveles de desarrollo de este tipo de profesional; más severa resulta la carencia de ingenieros en calidad, en la que se presentan niveles de demanda por encima de la oferta en todos los escenarios planteados y en las cuatro tasas de aceleración efectiva, lo que viene a evidenciar la carencia de este tipo de profesionales que junto a los bajos niveles de desarrollo de las otras formaciones convierte en un cuello de botella la transformación productiva del país y dinamita los incrementos potenciales que puede generar la IED sobre la productividad factorial de la nación. Se tiene evidencia de que se presenta una brecha de al menos 127 ingenieros en calidad bajo la tasa de crecimiento más moderada pudiendo llegar a ser el déficit de casi 2300 profesionales.

En lo que corresponde a la Ingeniería en Manufactura o Producción Industrial, los niveles de generación de estos profesionales son un tanto más elevados que los correspondientes a las ingenierías en calidad, por lo que no se presentan brechas tan severas. Aun así, en dos de los tres escenarios posibles se presentan requerimientos por encima de la capacidad actual del país de este tipo de profesionales.

En lo que corresponde a ingenieros mecánicos, se presentan brechas en todos los escenarios posibles que fluctúan entre los 835 profesionales y los 2325 ingenieros de esta rama que estarían siendo requeridos y no se verían correspondidos por la oferta país. Asimismo, se tiene constancia de que se demandan ingenieros aeroespaciales, profesión que el país no se encuentra desarrollando aún y para la que se presentan brechas menores que es importante que el país empiece a atender, puesto que se atisba dicha profesión puede ser más demandada en el futuro.

En lo que respecta a los ingenieros en Biotecnología, se detectan brechas en dos de los tres escenarios planteados. Las carencias de este tipo de capital humano fluctúan entre los 41 y los 347 profesionales demandados por encima de la oferta; un poco más elevada resulta la carencia de ingenieros químicos en la que se llegaría a los casi 500 profesionales requeridos que el país no se encuentra desarrollando.

En cuanto a las formaciones englobadas dentro de las ciencias exactas, se detectan brechas en el escenario dos, el correspondiente a la jerarquización por estas formaciones; en los demás escenarios se presentan excedentes moderados, puesto que los niveles de producción de este tipo de profesionales son más bajos aún que las ingenierías. De acuerdo con la evidencia arrojada, los requerimientos de estadísticos fluctuarían entre 368 y llegarían a alcanzar la milésima de profesionales, evidenciando una vez más cómo se antoja difícil que el país alcance un ritmo de crecimiento sostenido más allá del promedio alcanzado. Un tanto menores son los déficits identificados en las carreras de Matemática y ciencias actuariales, no obstante, dichas formaciones, vinculadas con procesos de elevado componente de valor agregado, se tornan fundamentales para que el país sea capaz de atraer IED de mayor calidad; de estas formaciones se identifican brechas que rondan la necesidad de producir al menos entre 200 y 500 profesionales más.

**Cuadro 23**  
**Brecha absoluta acumulada 2017-2023**

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
Ingeniería	Computación	-19145	-12979	-10250	-5812
Ingeniería	Ingeniería Industrial	-7285	-3970	-2504	-117
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Materiales	-85	-23	7	53
Ingeniería	Ingeniería en Calidad	-1786	-1257	-1023	-643
Ingeniería	Ingeniería en Manufactura	-740	-309	-117	194
General	Ingeniería Mecatrónica	-2325	-1635	-1331	-835
General	Ingeniería Aeroespacial	-60	-45	-37	-26
Ingeniería	Biotecnología	-226	-96	-41	51
Ingeniería y operaciones	Ingeniería Química	-12	87	128	197

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro 24**  
**Brecha absoluta acumulada en escenario de ingeniería 2017-2023**

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
Exactas	Computación	-19526	-13200	-10517	-6019
Exactas	Ingeniería Industrial	-4150	-1665	-567	1220
General	Ingeniería Mecatrónica	-2325	-1635	-1331	-835
Exactas	Ingeniería en Calidad	-1665	-1167	-949	-590
Exactas	Estadística	-1094	-759	-609	-368
Exactas	Ingeniería en Manufactura	-619	-221	-42	245
Exactas	Ciencias Actuariales	-572	-411	-342	-225
Exactas	Ingeniería Química	-494	-269	-171	-9
Exactas	Matemática	-486	-342	-277	-174
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Materiales	-85	-23	7	53
General	Ingeniería Aeroespacial	-60	-45	-37	-26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro 25**  
**Brecha absoluta en escenario de operaciones 2017 - 2023**

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
Operaciones	Computación	-19085	-12934	-10213	-5787
Operaciones	Ingeniería Industrial	-4691	-2065	-903	989
General	Ingeniería Mecatrónica	-2325	-1635	-1331	-835
Operaciones	Ingeniería en Calidad	-2269	-1611	-1320	-848
Operaciones	Ingeniería en Manufactura	-1587	-929	-638	-166
Operaciones	Ingeniería en Materiales	-508	-331	-253	-127
Operaciones	Biotecnología	-347	-186	-117	0
Operaciones	Matemática	-64	-31	-18	6
General	Ingeniería Aeroespacial	-60	-45	-37	-26
Operaciones	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	-24	88	138	218
Ingeniería y operaciones	Ingeniería Química	-12	87	128	197

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### **4.5.1. Brechas acumuladas clústeres 2017 – 2023 (siguiendo enfoque UK)**

Con respecto al cuarto escenario, en el que se trabaja con los conglomerados de profesiones que, a su vez, componen los clústeres ocupacionales, se evidencia cómo el país tiene severas deficiencias en el desarrollo de formaciones asociadas a la ingeniería, la ciencia y la tecnología, así como las matemáticas y presenta cantidades de producción muy elevadas en otras ramas como negocios. La brecha evidenciada en ciencias de la computación es muy similar en todos los escenarios, puesto que esta carrera presenta conocimientos muy particulares que no todas las formaciones son capaces de sustituir, incluso en las carreras en las que sí se identifica cierta sustituibilidad, también se presentan niveles muy bajos de producción que no compensan o compensarían muy levemente el nivel de brecha entre el capital humano requerido y el ofertado.

Para el caso del clúster de industrial, la carrera de Ingeniería en Mantenimiento Industrial compensa parcialmente los requerimientos por encima de la oferta en Ingeniería Industrial, no obstante, se siguen presentando déficit en tres de las cuatro tasas de aceleración efectiva de la demanda, lo que nuevamente viene a indicar que el país no crece más porque su capacidad ingenieril es muy limitada.

En el clúster de economía y ciencias exactas cuantitativas, se identifican brechas severas que fluctúan entre los 2600 puestos y los 7500. Algunos perfiles del clúster de negocios como la carrera de banca y finanzas podría estar compensando parcialmente los bajos niveles de desarrollo de estas carreras con un elevado componente cuantitativo. Por su parte, el clúster de calidad tanto a nivel particular como en conglomerado se estiman brechas severas que alcanzan como mínimo el requerimiento de 2700 ingenieros de este tipo.

En lo que respecta a Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Aeroespacial, se estiman brechas insalvables en el largo plazo con respecto a la segunda esencialmente, donde el país aún no cuenta con una oferta de estos. En el clúster de electroingenierías, se identifica por su parte excedentes importantes de profesionales que estarían sustituyendo parcialmente a aquellas necesidades en los segmentos de computación, industrial, economía y exactas cuantitativas, calidad, manufactura y materiales, mecatrónica y aeroespacial. En el clúster de bioingenierías y biociencias, así como el de química y la oferta país de ingenieros en salud y seguridad ocupacional, se evidencian excedentes que podrían estar llenando parcialmente los requerimientos en los otros conglomerados. Esencialmente, las bioingenierías y las biociencias en el clúster de calidad, manufactura y materiales.

#### **4.5.2. Brechas acumuladas: clústeres**

Con respecto al escenario de clústeres, en este se puede identificar si aún así, agrupando las demandas de capital humano por parte de las firmas de avanzada y la oferta país para laborar en este, se suavizan o invisibilizan las brechas o persisten, entre formaciones profesionales que presentan una sustituibilidad.

Como puede observarse en el cuadro 26, los niveles de desalineamiento entre oferta y demanda siguen vigentes en este escenario mostrando cómo a nivel de conjunto, el país no se encuentra desarrollando la cantidad de profesionales que requiere en las formaciones de Ingeniería en Computación, Economía y Exactas Cuantitativas, Ingeniería Industrial en tres de los cuatro escenarios, Ingeniería en Calidad, Producción Industrial y Materiales, Ingeniería Mecatrónica e Ingeniería Espacial, para esta última el país no cuenta tan siquiera con desarrollo interno de este tipo de profesionales.

Asimismo, se aprecian ligeros excedentes en los conglomerados de electro ingenierías, bioingenierías y biociencias y química, que indican que podrían estar supliendo de una forma parcial y leve los déficits de profesionales en las otras ramas y puestos de trabajo. No obstante, los excedentes en estas y partiendo de una sustituibilidad perfecta, no alcanzarían tampoco para compensar los niveles de desabastecimiento de los profesionales antes citados.

El escenario de clúster escenifica cómo, a nivel de conjunto, el país muestra una preocupante brecha entre lo que está requiriendo y los niveles de generación a los que está siendo capaz de producir este tipo de capital humano ingenieril, científico y tecnológico.

**Cuadro 26**  
**Brecha absoluta acumulada en escenario de clústeres 2017 - 2023**

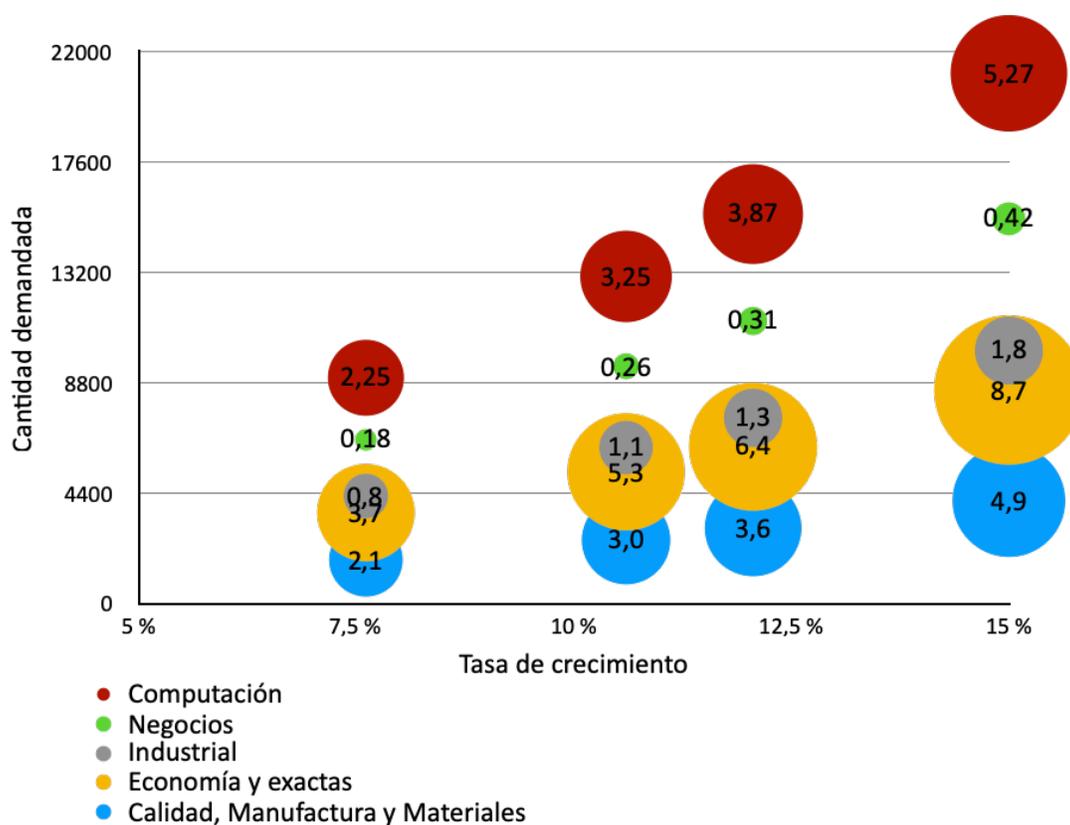
Clúster	15 %	12 %	10.6%	7.61%
Computación	-17.112	-11.506	-9.026	-4.991
Economía y Exactas Cuantitativas	-7.524	-5.266	-4.267	-2.641
Industrial	-4.473	-1.799	-615	1.310
Calidad, Manufactura y Materiales	-3.269	-2.179	-1.698	-914
Mecatrónica y Aeroespacial	-2.384	-1.679	-1.368	-860
Diseño	-426	-169	-56	128
Telemática	85	102	109	120
Producción digital	133	149	156	168
Química	422	535	584	665
Bioingenierías y BioCiencias	424	680	793	978
Electroingenierías	687	1.391	1.703	2.210
Ingeniería en SSO	719	783	811	858
Odontología	1.051	1.083	1.097	1.120
Marketing y Comunicación	1.462	1.847	2.017	2.294
Farmacia	1.855	1.887	1.901	1.924
Negocios	21.291	25.359	27.159	30.087

Fuente: elaboración propia, 2021.

En el gráfico 18, se sintetizan las brechas encontradas en el escenario de clústeres. Como puede observarse, se presentan brechas insalvables en las áreas de computación, industrial, economía, ciencias exactas, calidad, manufactura y materiales; condición que está suponiendo un cuello de botella para que el país cree un mayor nivel de empleo efectivo en zona franca y sea capaz de adentrarse en una senda de mayor crecimiento, aumento de la competitividad y productividad, de forma sostenida.

### Gráfico 18

Costa Rica: Brecha relativa acumulada para clústeres de negocios, industrial, economía y exactas cuantitativas, calidad manufactura y materiales. 2017-2023

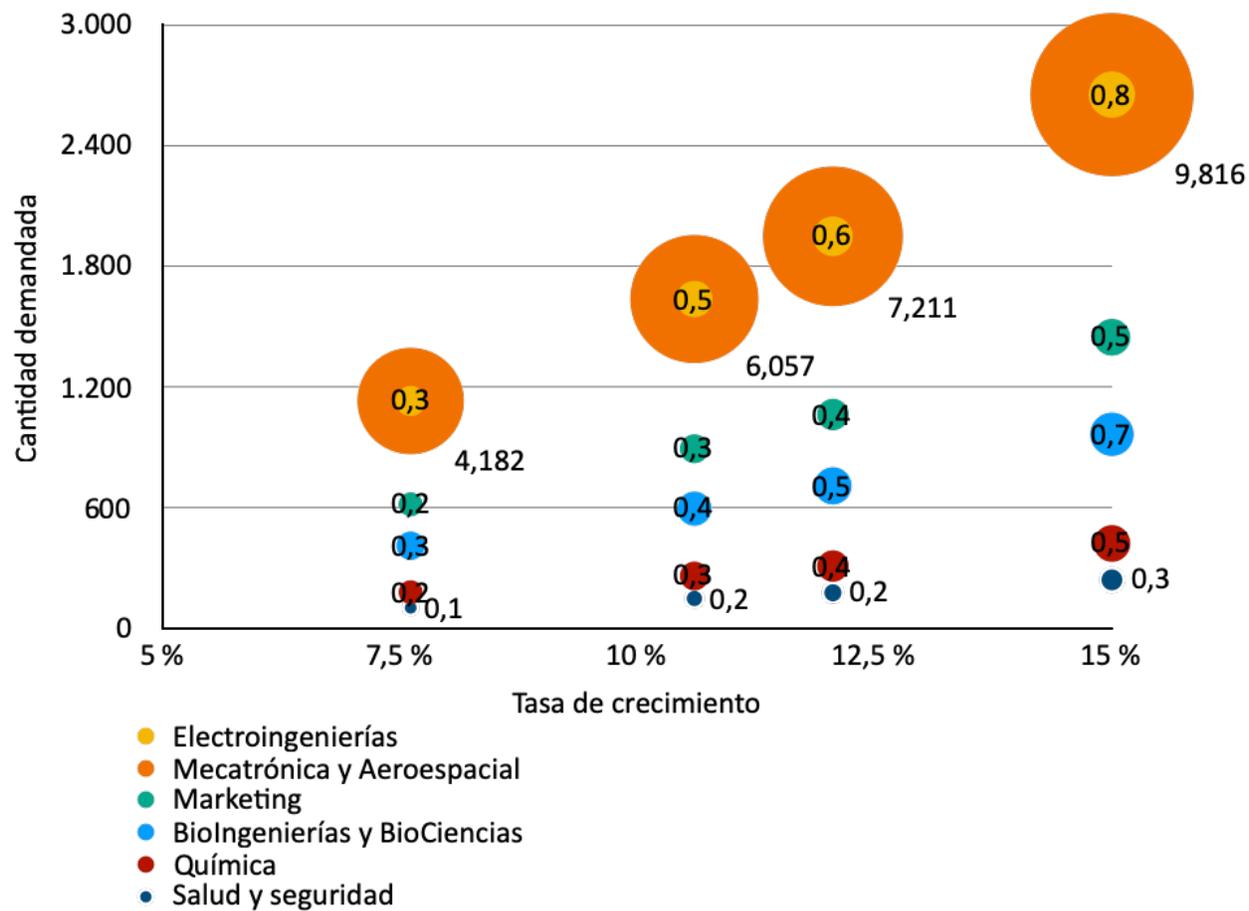


Fuente: elaboración propia, 2021.

De manera complementaria, el gráfico 19 ilustra las brechas detectadas en carreras con menos de 3000 puestos de trabajo demandados, aún así, se presentan niveles de producción menores a los deseados por las EMATS. Estas formaciones hacen referencia, esencialmente, a las carreras de ingeniería mecatrónica y aeroespacial. En el área de electroingenierías, biociencias y bioingenierías, se detectan ligeros excedentes que no bastan para compensar la insuficiencia en las formaciones profesionales.

Gráfico 19

Costa Rica: Brecha relativa acumulada para clústeres de electroingenierías, mecatrónica y aeroespacial, marketing, bioingenierías y biociencias, química, salud y seguridad ocupacional. 2017-2023



Fuente: elaboración propia, 2021.

## Capítulo 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

El presente estudio ha tenido como propósito principal corroborar la correspondencia entre las demandas laborales por parte de las empresas de zona franca y los niveles de desarrollo de capital humano para corresponderse con estas y en el caso de existir brechas, identificar aquellas carreras y sus correspondientes conglomerados en las que se presentan dichos desajustes y cuantificar la magnitud de estas.

Estas estimaciones permitirán disponer del respaldo empírico necesario para que el país efectúe los ajustes requeridos en materia de formación profesional, con el fin de desarrollar no únicamente la cantidad, sino también el tipo de capital humano que se está precisando en el sector más dinámico de la economía interna, lo cual permitirá un aprovechamiento más efectivo de los beneficios potenciales derivados de la IED y una ruta hacia un crecimiento económico sostenido.

Mediante la evidencia empírica encontrada, se puede aseverar con convicción la existencia de una demanda de capital humano por parte de las empresas multinacionales de alta tecnología de zona franca muy superior a la oferta país en la mayoría de carreras y clústeres ocupacionales, esencialmente en las correspondientes a ingeniería en computación, ingeniería en calidad, manufactura y materiales, ingeniería industrial, ingeniería mecatrónica y aeroespacial, ciencias exactas tales como matemática, estadística y ciencias actuariales.

Tal como ha quedado evidenciado, la composición de la demanda de profesionales por parte de empresas de zona franca se concentra esencialmente en las áreas de ingeniería, ciencia y tecnología, así como negocios. Por cada 100 puestos de trabajo profesionales requeridos en zona franca hasta un 31% corresponde al clúster de computación seguido por un 22% de requerimientos laborales asociados con carreras que componen el clúster de negocios, un 15% con formaciones profesionales vinculadas con el clúster industrial, un 12% de las demandas laborales de empresas de zona franca vinculadas con economía - exactas cuantitativas, un 6% a los clústeres de calidad – manufactura - materiales y un 4% al clúster de mecatrónica y aeroespacial respectivamente.

En lo que respecta a la oferta asociada con las demandas por parte de las empresas de zona franca se comprueba de manera contundente como la mayoría de las carreras profesionales de mayor demanda ocupan una participación residual dentro del total de graduados vinculados con los requerimientos de dichas empresas. Las formaciones profesionales vinculadas con el clúster de negocios son la excepción, en la medida que se corrobora como el país produce la cantidad suficiente de este tipo de profesionales para abastecer las demandas de las empresas de zona franca.

El 50% de la oferta país para zona franca se concentra en las formaciones de derecho, contabilidad, banca y finanzas y recursos humanos. Por otro lado, formaciones profesionales identificadas como estratégicas por su elevada demanda por parte de las empresas

multinacionales como ingeniería industrial e ingeniería en computación ocupan un 7.8% y 7% que forma el país para zona franca.

Más severa aún se antoja la participación porcentual en la composición de la oferta que tienen formaciones como ingeniería mecatrónica que apenas ocupa un 2.2% dentro de la oferta país de graduados para zona franca, ingeniería en calidad con un 0.3%, estadística, ingeniería en materiales con un 0.2% o ciencias actuariales con un 0.1% respectivamente.

En lo que respecta a los empleos requeridos se cuenta con evidencia que permite afirmar que para el 2017 se estaban requiriendo en zona franca al menos 3200 puestos de trabajo profesionales ascendiendo dicha cifra a 6300 en el escenario más dinámico. Para el año 2023 dicha cifra en el escenario más comedido sería de al menos 5000 profesionales requeridos alcanzando unos requerimientos de 14500 profesionales en el escenario fuera de la media, por lo que el gran reto consistió en verificar si el país se encuentra desarrollando los niveles óptimos de capital humano para satisfacer con la cantidad de puestos de trabajo requeridos.

Los resultados del estudio permiten afirmar que, para el período analizado, existe un déficit sustancial en las carreras de ingeniería en computación, ingeniería industrial, estadística, ciencias actuariales, matemática, economía, ingeniería en mantenimiento industrial, ingeniería en calidad, ingeniería en manufactura (producción industrial), ingeniería en materiales, ingeniería mecatrónica e ingeniería aeroespacial.

Las brechas detectadas acumuladas para el período de análisis registran que, como mínimo, se estarían requiriendo 8000 profesionales en estas ramas (bajo el escenario de crecimiento más moderado) y se estarían precisando hasta 35 200 profesionales de este tipo (bajo el escenario de crecimiento más elevado).

Para el escenario de crecimiento de la demanda más moderado, en lo que corresponde al clúster de ingeniería en computación se cuenta con evidencia para afirmar que, por cada graduado se precisan de al menos 2.2 profesionales para una demanda que alcanza el 200% de la oferta país en las formaciones profesionales que componen dicho clúster y un déficit de 5000 profesionales en esta área. No menos significativa resulta la brecha en el clúster de ciencias exactas cuantitativas y economía en la que se detectan niveles de sub-producción de este tipo de profesionales, con una demanda relativa por parte de empresas de zona franca de 3.7 (307% la oferta país) y un déficit absoluto de casi 3000 profesionales, especialmente en las formaciones de estadística y ciencias actuariales.

De una significancia similar resultan las brechas estimadas en los clústeres de calidad, manufactura y materiales, así como en el conglomerado de ingeniería mecatrónica y aeroespacial en los que se registra una demanda relativa de 2.1 y 4.2 para una demanda de este tipo de capital humano de 200.1% y 400.2% veces la oferta y una brecha de 860 y 914 profesionales respectivamente. Especialmente grave resulta el nivel de desarrollo de ingenieros aeroespaciales los cuales ya se tiene constancia que se precisan y el país aún no se encuentra produciendo este tipo de profesionales.

Mucho más severas resultan las brechas estimadas en los escenarios en los que se registra un crecimiento de la demanda de capital humano profesional mayor. En el escenario de crecimiento sostenido más dinámico se estima que la demanda relativa de capital humano en el clúster de computación estaría alcanzando un valor de 5.3 (530% veces la oferta) para un déficit de 17112 profesionales, en lo que respecta al clúster de ciencias exactas y economía por cada graduado registrado se estarían requiriendo 8.7 profesionales, mientras que en el de mecánica y aeroespacial dicha cifra estaría ascendiendo a 9.8, en calidad 4.9 y en el conglomerado industrial 1.8 para una brecha en términos absolutos de 7500, 3270, 2400 y 4470 puestos de trabajo que se están demandado y no se están produciendo los profesionales requeridos.

Dichos hallazgos se antojan como preocupantes en la medida que el desarrollo de estos conglomerados de formaciones profesionales es determinante para un crecimiento económico sostenido del país, así como para una absorción de aquellas externalidades positivas que derivan de las zonas francas hacia el resto del tejido productivo. Con ello, se torna fundamental que el país efectúe ajustes orientados a aumentar los niveles de generación de este tipo de profesionales, con el propósito de fomentar el potencial vínculo estratégico entre las apuestas de atracción (clústeres industriales) y la especialización en materia formativa del país (clústeres ocupacionales).

En contraste con lo mencionado, tal como se ha comprobado, la oferta país de profesionales ubicados en las ramas de la ingeniería, ciencia y tecnología ha sido más que débil. Esta problemática se acentúa aún más al existir evidencia clara de que no se ha adecuado a los requerimientos del capital humano que exige el modelo productivo por el que apostó el país desde mediados de los 80, presentándose así una significativa incongruencia entre el modelo productivo nacional y las políticas dirigidas al sistema educativo que desembocan en una clara limitante estructural para el adecuado aprovechamiento de los réditos derivados de la atracción de empresas de alta tecnología.

Con ello, esta desvinculación entre demanda y oferta está repercutiendo en que se detecten brechas insalvables en el corto plazo, entre los niveles de capital humano que están requiriendo las firmas de avanzada y la capacidad de desarrollo actual del país para responder a esta. Lo cual está condicionando un mayor crecimiento del empleo en zona franca así como una absorción más extendida de los beneficios de la IED y ralentizando la ruta del país hacia un incremento sistémico en su productividad y crecimiento económico.

Otro aspecto importante por destacar está relacionado con el tema de los salarios que corresponden a este capital humano demandado por las empresas de alta tecnología ubicadas en zona franca, si bien es cierto, como ya se ha determinado en el estudio, la correspondencia entre oferta y demanda de capital humano presenta severas brechas, lo cual, además de ralentizar la absorción de los beneficios de la IED, afecta también la potencial competitividad internacional del país; esto como consecuencia de los elevados salarios que los profesionales que sí cumplen con los requerimientos de empresas de alta tecnología imponen dentro del mercado laboral, esto dado su escasez. Dicho problema es aún mayor al tener conocimiento claro de que Costa Rica compite internacionalmente en mano de obra calificada.

A su vez, mediante los hallazgos del presente estudio, en los que se identifican niveles de desabastecimiento de capital humano ingenieril, científico y tecnológico, se puede comprender mejor algunas de las posibles causas del por qué el efecto derrame de la IED sobre el país ha sido menor al esperado y la capacidad que tiene esta de ser un motor de desarrollo más generalizado se ha visto atada.

## **5.2 Recomendaciones**

A continuación, se expone una serie de recomendaciones para que el país, a través de los principales actores estratégicos que componen la oferta y demanda de capital humano, logre realizar los ajustes necesarios en esta materia. Dichas recomendaciones emanan de los principales hallazgos del presente estudio.

En un primer escenario, se recomienda que el presente estudio y sus hallazgos se divulguen entre las diferentes instituciones encargadas de desarrollar profesionales en el país, así como de las familias, tanto encargados como estudiantes. Esto con el objetivo de que se cuente con información precisa para una toma de decisiones que responda al desarrollo de aquellas formaciones de profesionales que, según el estudio, se consideran como estratégicas para impulsar el desarrollo productivo del país hacia una senda de alta productividad, calidad de empleo y crecimiento económico sostenido.

Se recomienda como un elemento fundamental que las diferentes instituciones educativas implementen un sistema de incentivos para que los estudiantes elijan aquellas formaciones que se entienden como estratégicas para el desarrollo económico del país. Estos incentivos pueden materializarse en forma de becas, cupones y descuentos, así como publicidad, mediante la cual se pueda incrementar la demanda efectiva por cursar carreras de alta demanda en el mercado y se pueda empezar a llenar las carencias detectadas en las formaciones profesionales identificadas como estratégicas.

A su vez, se torna esencial que los hogares, tanto estudiantes de secundaria prontos a entrar a la universidad como sus respectivos padres de familia y encargados, cuenten con información certera de aquellas formaciones profesionales estratégicas que se están demandando en el mercado. Además, que las decisiones sobre lo que elijan estudiar sean guiadas en términos de las carreras que tienen una mayor salida en el mercado laboral, lo que les permitirá dirigir un gasto más eficiente hacia aquellas formaciones que les garanticen un ingreso en el futuro.

Asimismo, se destaca la importancia de implementar un monitoreo y seguimiento de la composición de la demanda de capital humano de forma regular, con el propósito de contar con información actualizada de los movimientos hacia los que se están dirigiendo las demandas de capital humano y garantizar que las decisiones de desarrollo de capital humano sean planificadas con antelación y respondan a los requerimientos de las empresas más dinámicas en el país.

Con estimaciones recientes y un monitoreo constante el país puede estar en condiciones de desarrollar el conjunto de profesionales (clústeres ocupacionales) de acuerdo con el tipo de industrias estratégicas que desea atraer (clústeres industriales).

Por otra parte, se debe mencionar un aspecto importante por resaltar como resultado de algunas de las aristas que derivan del estudio; lo cual hace referencia a una visión estructural del fenómeno de la migración internacional como movilidad de capital humano calificado hacia territorio nacional. Este corresponde a uno de los mecanismos potenciales por fomentar como fuente de desarrollo de capital humano en el país.

La atracción de este capital humano calificado internacional, que cuente con las habilidades propias de aquellas carreras más demandadas por las empresas de alta tecnología, se perfila en el corto-mediano plazo como un posible mecanismo que permita aprovechar de una forma más sólida los potenciales benéficos derivados de la IED, traduciéndose en mayores niveles de empleo, productividad y desarrollo económico tanto para las empresas de zona franca como las empresas locales.

Este tipo de mecanismo de atracción se debe canalizar mediante políticas, leyes y medidas migratorias que hagan factible y no obstaculicen la entrada al país de este tipo de profesionales; además de crear un entorno favorable y atractivo para una adecuada selección de personas que favorezcan el desarrollo económico y productivo del país.

Como referencia a lo anterior, existe clara evidencia, a partir del presente estudio, de que el país no se encuentra desarrollando algunas formaciones estratégicas, tales como la rama de la ingeniería aeroespacial y en los que este tipo de política permitirías atraer a este tipo de profesionales desde el exterior.

Se prevé que, de la magnitud de los ajustes que la nación sea capaz de efectuar, así será el nivel de desarrollo, no únicamente en formación de empleo efectivo, sino en los efectos multiplicadores de la IED sobre el entramado productivo y el desarrollo económico del país.

Así mismo, del presente estudio se derivan tanto una serie de recomendaciones de orden metodológico, así como futuras líneas de investigación. Algunas de las principales recomendaciones de orden metodológico se encuentran relacionadas con una actualización anual de la composición de la demanda, esto con el objetivo de verificar el dinamismo de esta; a su vez, se propone un análisis de brechas de capital humano desglosado por sector productivo, lo que permitiría un análisis de brechas internas propias de cada sector más precisas. Por el lado de la oferta, se precisa de una identificación de aquellos profesionales tanto con grado bachiller como licenciados, esto mediante un identificador único, así como de aquellos profesionales nacionales que se encuentran en el exterior; lo que evitaría la doble contabilización y una cuantificación de la oferta país más precisa.

Como futuras líneas de investigación, sería interesante profundizar acerca de temas tales como estimación de brechas que incorpore a los técnicos profesionales, análisis de brechas en capital humano incorporando la variable territorial a nivel de región de planificación o cantón.

También sería oportuno un estudio que explore cuál es el tipo de habilidades en concreto que está requiriendo cada formación profesional y conglomerado de conocimiento, con el propósito de ajustar las mallas curriculares hacia aquellos conocimientos que se están precisando en las EMAT'S.

Dichas investigaciones fortalecerían el entendimiento actual que se tiene sobre las carencias en materia de desarrollo de capital humano y fortalecería las tomas de decisiones que orienten la ruta de hacia dónde debe dirigir el país los esfuerzos en materia formativa.

## Referencias

- Abarca, A. y Ramírez, S. (2016). *Estudio del Crecimiento Económico Costarricense, 1960-2014*. IICE. <http://www.odd.ucr.ac.cr/sites/default/files/Documents/Crecimiento-Economico/Estudio-del-Crecimiento-Economico.pdf>
- Abdal, A., Torres-Freire, C. y Callil, V. (2016). Rethinking sectoral typologies: A classification of activity according to knowledge and technological intensity. *Science Direct RAI Revista de Administração e Inovação* 13(2016), 232–241. <https://doi.org/10.1016/j.rai.2016.09.006>
- Alcalá, F. y Solaz, M. (2020). *Globalización, relocalización productiva y crecimiento*. Fundación BBVA. <https://www.fbbva.es/publicaciones/globalizacion-relocalizacion-productiva-y-crecimiento/>
- Alonso, E. (2012). *Tendencias de la Inversión Extranjera en Costa Rica: Efectos de la reforma de la ley de zonas francas*. Programa Estado de la Nación. <http://hdl.handle.net/20.500.12337/301>
- Arias, R., Sánchez, R. y Sánchez, L. (2011). Transformación productiva y desigualdad en Costa Rica. *Revista De Ciencias Económicas*, 29(1), 59-95. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7035>
- Banco Central de Costa Rica (BCCR). (s.f.). *Indicadores Económicos*. Recuperado el 13 de diciembre de 2021 de <https://www.bccr.fi.cr/indicadores-economicos>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2016). *Mejor gasto para mejores vidas. Cómo América Latina y el Caribe puede hacer más con menos*. Gobierno de Argentina. <http://cdi.mecon.gov.ar/bases/docelec/az4105.pdf>
- Biagi, F., Castaño, J. y Di Pietro, G. (2020). *Mismatch between Demand and Supply among higher education graduates in the EU*. Publications Office of the European Union. <http://dx.doi.org/10.2760/003134>
- Céspedes, O. y González, C. (2002). *Recursos Humanos para las Empresas Multinacionales de Alta Tecnología: Análisis de las brechas entre Oferta y Demanda*. Fundación CAATEC. [http://caatec.org/wp-content/uploads/2019/04/CR\\_Digital\\_2.pdf](http://caatec.org/wp-content/uploads/2019/04/CR_Digital_2.pdf)
- Céspedes, O. y Mesalles, L. (2007). *Crecimiento impulsado por la Inversión Extranjera*. Academia de Centroamérica. <https://www.academiaca.or.cr/otras-publicaciones/costa-rica-2007-crecimiento-impulsado-la-inversion-extranjera/>
- Chacón, K. (23 de septiembre 2017). Crece la cantidad de ingenieros y su demanda por empleadores en Costa Rica. *El Financiero*. <https://www.elfinancierocr.com/tecnologia/crece-la-cantidad-de-ingenieros-y-su-demanda-por-empleadores-en-costa-rica/JMMLA6LRHZAUHOMJYJ3S6VHZUU/story/>

- CINDE Job Fair. (2020). *Feria de empleo CINDE Job Fair 2020*. Recuperado en marzo de 2020 de <https://www.cinde.org/en/essential-news/cinde-job-fair-2020>
- CINDE Job Link. (2020). *Feria de empleo CINDE Job Link 2020*. Recuperado en agosto de 2020 <https://www.joblink.cr/>
- Ciravegna, L. (2012). *Promoting Silicon Valleys in Latin America: Lessons from Costa Rica*. Taylor & Francis Group.
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE) (2015). *Strategic Plan 2015-2018*. CINDE.
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). (2017a). *Informe de Impacto 2017*. CINDE.
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). (2018). *Informe de Impacto 2017*. <https://www.cinde.org/es/recursos/informe-de-impacto-2017>
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE) (2019a). *Strategic Plan 2019-2022*. <https://www.cinde.org/es/recursos/vision-estrategica-2019-2022>
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). (2019b). *Informe de Impacto 2018*. <https://www.cinde.org/es/recursos/informe-de-impacto-2018>
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). (2020). *Informe de Impacto 2019*. <https://www.cinde.org/es/recursos/informe-de-impacto-2019>
- Coalición de Iniciativas de Desarrollo (CINDE). (2021). *Informe de Impacto 2020*. <https://www.cinde.org/es/recursos/informe-de-impacto-2020>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL). (2016). *El enfoque de brechas estructurales: Análisis del caso de Costa Rica*. [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40805/S1600998\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40805/S1600998_es.pdf)
- Consejo Nacional de Rectores (CONARE). (2021). *Datos Abiertos*. Recuperado el 8 de diciembre de 2021 de <https://www.conare.ac.cr/conare-transparente/datos-abiertos>
- Council for Adult and Experiential Learning (CAEL). (2019). *The Hampton Roads for Talent Alignment Strategy*. <https://www.vcwhamptonroads.org/resources/>
- De Schutter, O., Swinnen, J. y Wouters, J. (Eds.). (2012). *Foreign direct investment and human development: The law and economics of international investment agreements*. Taylor & Francis Group. Taylor & Francis Group.
- EuroMonitor-Passport (2020). *Statistics*. <http://www.portal.euromonitor.com>

- Estado de la Nación. (2013). XIX Informe del Estado de la Nación del 2013. <https://repositorio.conare.ac.cr/rest/bitstreams/ae8d2909-b5a0-4ba7-ad0b-8c2895f53475/retrieve>
- Estado de la Nación. (s.f.). *Estadísticas*. Recuperado el 8 de diciembre de 2021 de <https://estadisticas.estadonacion.or.cr>
- Freeman, C. y Louça, F. (2001). *As time goes by: From the industrial revolutions to the information revolution*. Oxford University Press, incorporated.
- Fondo Monetario Internacional (FMI). (2013). *¿Qué es la brecha del producto?* <https://www.imf.org/external/pubs/ft/fandd/spa/2013/09/pdf/basics.pdf>
- Gallagher, K. P., Chudnovsky, D. y Ocampo, J.A. (Eds.). (2009). *Rethinking foreign investment for Sustainable Development: Lessons from Latin America*. Anthem Press. <https://doi.org/10.7135/UPO9781843313243>
- García, J. C. (2016). *Predicción en el dominio del tiempo: análisis de series temporales para ingenieros*. Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.
- Gujarati, D. y Porter, D. (2010). *Econometría* (5ta ed.). McGraw Hill.
- Harrison, M. (2012). *Jobs and Growth: the importance of engineering skills to the UK economy*. Royal Academy of Engineering. [https://www.researchgate.net/publication/299338584\\_Jobs\\_and\\_Growth\\_the\\_importance\\_of\\_engineering\\_skills\\_to\\_the\\_UK\\_economy](https://www.researchgate.net/publication/299338584_Jobs_and_Growth_the_importance_of_engineering_skills_to_the_UK_economy)
- Hernández, R. y Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Editorial Mc Graw Hill Education
- Hewitt, J., y Monge, R. (2018). *La automatización en el sector de los servicios offshore: impactos sobre la competitividad y la generación de empleo*. CEPAL. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.12440.85769>
- HIPATIA (2020). *HIPATIA: Puente entre la ciencia, la tecnología y la innovación*. <https://hipatia.cr>
- HR&A. (2019). *NYC'S TECH OPPORTUNITY GAP: Strengthening Pathways and Collaboration Within High-Tech Workforce Development*. Civic Hall. <https://civichall.org/wp-content/uploads/2021/09/Tech-Ecosystem-Gaps-Full-Report-3.pdf>
- Loría, M. y Martínez, J. (2018). *La educación pública costarricense: principales tendencias y desafíos*. Academia de Centroamérica. <https://www.academiaca.or.cr/wp-content/uploads/2018/06/La-Educaci%C3%B3n-P%C3%BAblica-Costarricense-principales-tendencias-y-desaf%C3%ADos.pdf>
- Maddala, G.S., y Miller, E. (2004). *Mricroeconomía*. Mc-Graw Hill.

- Malpas, R. (2000). *The Universe of Engineering: A UK Perspective. The Royal Academy of Engineering*. [https://www.engc.org.uk/EngCDocuments/Internet/Website/The%20Universe%20of%20Engineering%20Report%20\(The%20Malpas%20Report\).pdf](https://www.engc.org.uk/EngCDocuments/Internet/Website/The%20Universe%20of%20Engineering%20Report%20(The%20Malpas%20Report).pdf)
- Maloney, W. y Valencia, F. (2014). *Engineers, Innovative Capacity and Development in the Americas*. World Bank. <https://openknowledge.worldbank.org/handle/10986/17725>
- Marshall, A. (1931). *Principios de Economía: Introducción al estudio de esta ciencia*. El Consultor Bibliográfico.
- Martínez, J. M. y Hernández, R. (2012). *La inversión extranjera directa en Costa Rica: Factores determinantes y efectos en el desarrollo nacional y regional*. [https://www.uned.ac.cr/ocex/images/stories/OcexInforma/Serie\\_11\\_aportes\\_para\\_el\\_desarrollo\\_humano.pdf](https://www.uned.ac.cr/ocex/images/stories/OcexInforma/Serie_11_aportes_para_el_desarrollo_humano.pdf)
- Merton, R. (1958). *La teoría del crecimiento. Una exposición*. FCE - Fondo de Cultura Económica.
- Monge R., Leiva, R. y Rodríguez, J. (2012). Inversión extranjera directa, movilidad laboral y derrames de conocimiento en Costa Rica. *Revista Tecnología En Marcha*, 25(5), 103–115. <https://doi.org/10.18845/tm.v25i5.483>
- Monge, R. (2017). *Ascendiendo en la Cadena Global de Valor: El caso de Intel Costa Rica*. UNED. <https://www.uned.ac.cr/ocex/index.php/124-boletines-articulos/438-ascendiendo-en-la-cadena-global-de-valor-el-caso-de-intel-costa-rica>
- Monge, R. (2020). ¿Cómo está afectando la automatización a los sectores de exportación en Costa Rica? *LOGOS*, 1(1), 104-118. <https://dspace.ulead.ac.cr/repositorio/handle/123456789/85>
- Monge, R., Rosales, J. y Arce, G. (2005). *Análisis Costo-Beneficio del Régimen de Zonas Francas: Impactos de la Inversión Extranjera Directa en Costa Rica*. OEA. [https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Monge-Gonzalez/publication/237676457\\_ESTUDIOS\\_DE\\_COMERCIO\\_CRECIMIENTO\\_Y\\_COMPETITIVIDAD\\_DE\\_LA\\_OEA/links/0c960538fb7fc78c54000000/ESTUDIOS-DE-COMERCIO-CRECIMIENTO-Y-COMPETITIVIDAD-DE-LA-OEA.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ricardo-Monge-Gonzalez/publication/237676457_ESTUDIOS_DE_COMERCIO_CRECIMIENTO_Y_COMPETITIVIDAD_DE_LA_OEA/links/0c960538fb7fc78c54000000/ESTUDIOS-DE-COMERCIO-CRECIMIENTO-Y-COMPETITIVIDAD-DE-LA-OEA.pdf)
- Muller, E. y Doloreux, D. (2007). *The Key Dimensions of knowledge intensive business services (KIBS) analysis: a decade of revolution*. Working Papers Firms and Region <https://ideas.repec.org/p/zbw/fisifr/u12007.html>
- Nolan, C., Morrison, E., Kumar, I., Galloway H. y Cordes, S. (2011). Linking Industry and Occupation Clusters in Regional Economic Development. *Economic Development Quarterly*, 25(1), 26-35. <http://dx.doi.org/10.1177/0891242410386781>

- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE). (2009), *OECD Factbook 2009: Economic, Environmental and Social Statistics*. OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/factbook-2009-en>
- Organización Internacional del Trabajo (OIT). (2003). *Costa Rica. La inversión extranjera directa y las empresas multinacionales: efectos sobre la economía local, el empleo y la formación* [Documento de trabajo núm. 92]. [https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed\\_emp/---emp\\_ent/---multi/documents/publication/wcms\\_117499.pdf](https://www.ilo.org/wcmsp5/groups/public/---ed_emp/---emp_ent/---multi/documents/publication/wcms_117499.pdf)
- Oviedo, A., Sánchez, S., Lindert, K. y López, J.H. (2015). *Costa Rica's Development: From Good to Better. The World Bank*. <http://documents.worldbank.org/curated/en/961031467997610731/El-modelo-de-desarrollo-de-Costa-Rica-de-bueno-a-excelente-diagnostico-sistematico-de-pais>
- Pankratz, A. (1983). *Forecasting with Univariate Box-Jenkins Models: Concepts and Cases*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1002/9780470316566>
- Paus, E. (2005). *Foreign investment, development, and globalization: Can Costa Rica become Ireland?* Palgrave Macmillan US.
- Paus, E. y Cordero, J. (2009). Foreign Investment and economic development in Costa Rica: The Unrealized Potential. En K.P. Gallagher, D. Chudnovsky y J.A. Ocampo (Eds.), *Rethinking foreign investment for sustainable development: Lessons from Latin America*. Anthem Press. <https://doi.org/10.7135/UPO9781843313243>
- Pérez, C. (2005). *Revoluciones Tecnológicas y Capital Financiero*. SIGLO XXI EDITORES.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (1996). *Informe sobre desarrollo humano 1996: Crecimiento 120 económico y desarrollo humano*. <https://biblioteca.hegoa.ehu.eus/registros/3195>
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER) (2006). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del régimen para Costa Rica 1997-2005*. [https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-1997-20052020-01-03\\_16-39-16.pdf](https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-1997-20052020-01-03_16-39-16.pdf)
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2009). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del régimen para Costa Rica 2004-2008*. [https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-2004-20082020-01-02\\_15-58-58.pdf](https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-2004-20082020-01-02_15-58-58.pdf)
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2016). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del régimen para Costa Rica 2011-2015*. [https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-2011-20152020-01-03\\_17-10-40.pdf](https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Materiales/balance-zonas-francas-beneficio-neto-2011-20152020-01-03_17-10-40.pdf)

- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2019). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del régimen para Costa Rica 2014-2018* <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Balance-Zona-Franca-1.pdf>
- Promotora del Comercio Exterior de Costa Rica (PROCOMER). (2020). *Balance de Zonas Francas: Beneficio Neto del régimen para Costa Rica 2014-2019*. <https://www.procomer.com/wp-content/uploads/Balance-de-Zona-Franca-2019-2.pdf>
- Rahimifard, S. y Trollman, H. (2018) UN Sustainable Development Goals: an engineering perspective. *International Journal of Sustainable Engineering*, 11(1), 1-3. <https://doi.org/10.1080/19397038.2018.1434985>
- Ricken, B. y Malcotsis, G. (2016). *The competitive advantage of regions and nations: Technology transfer through foreign direct investment*. Taylor & Francis Group.
- Romer, P. (1986). Increasing Returns and Long-Run Growth. *The Journal of Political Economy*, 94(5), 1002-1037. <https://www.jstor.org/stable/1833190>
- Royal Academy of Engineering. (2016). *Engineering and economic growth: a global view* <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/engineering-and-economic-growth-a-global-view>
- Royal Academy of Engineering (2019a). *Closing the engineering gender pay gap*. <https://www.raeng.org.uk/publications/reports/closing-the-engineering-gender-pay-gap>
- Royal Academy of Engineering (2019b). *Engineering priorities for our future economy and society*. <https://www.raeng.org.uk/priorities>
- Saggi, K. (2002). Trade, foreign direct Investment, and International Technology transfer: A survey. *World Bank Research Observer*, 17(2), 191-235. <http://hdl.handle.net/10986/19843>
- Sánchez, R., J. Lardé, P. Chauvet y Jaimurzina, A. (2017). *Inversiones en infraestructura en América Latina. Tendencias, brechas y oportunidades* [Serie Recursos Naturales e Infraestructura 187]. <https://repositorio.cepal.org/handle/11362/43134>
- Schramm, L. (2017). *Technological innovation: An introduction*. Walter de Gruyter GmbH.
- Sen, A. (1998a). Las teorías del desarrollo a principios del siglo XXI. *Cuadernos de economía*, 17(29), 73-100. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/ceconomia/article/view/11497>
- Sen, A. (1998b). *Desarrollo y libertad*. Planeta.
- The Talent Place. (2019). *Carreras de mayor demanda*. Recuperado el 5 de diciembre de 2021 de <https://www.thetalentplace.cr/recursos-vocacionales/carreras-de-mayor-demanda#.XZeq3i3SH>

Xuemei, X., Haialiang, Z. y Guoyou, Q. (2018). Knowledge absorptive capacity and innovation performance in high-tech companies: A multi-mediating analysis. *Journal of Business Research*, 88, 289-297. <https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.019>

Zona Franca Coyol. (s.f.). *Bolsa de empleo*. Recuperado el 10 de enero de 2020 <https://apps.gentecoyol.com/reclutamiento>

## Apéndice A. Cuadros, gráficos y ecuaciones complementarias

**Cuadro A1**  
**Descripción de variables**

<b>Variables</b>	<b>Santa Cruz y Delgado (2021)</b>	<b>Biagi et al. (2020)</b>	<b>CAEL (2019)</b>	<b>Harrison (2012)</b>	<b>Céspedes y González (2002)</b>
<b>Composición de la demanda</b>	Estructura de empleo deseada de las empresas	Estructura de empleo actual de las industrias	Estructura de empleo actual de los clústeres industriales	Estructura de empleo actual mediante encuesta	Estructura de empleo actual de empresas
<b>Oferta</b>	Títulos entregados 2014-2019 (oferta país)	Títulos entregados	Títulos entregados 2007-2017	Títulos entregados y personas que se consideran ingenieros	Títulos entregados 1990-2000 (oferta país)
<b>Aceleración de la demanda</b>	Tasa de crecimiento de largo plazo - elasticidades empleo producción	Tasa de crecimiento de las industrias	Tasa de crecimiento de clústeres industriales	Tasa de crecimiento de las industrias - elasticidad empleo - producción	Encuesta - valoración sobre incrementos en empleo
<b>Aceleración de la oferta</b>	Ajuste de medias móviles de 3er orden	Tasa de crecimiento lineal de las formaciones profesionales	Tasa de crecimiento promedio de clústeres ocupacionales - carreras	Tasa de crecimiento lineal de las formaciones profesionales y técnicas	Valoración sobre stock acumulado
<b>Horizonte temporal</b>	4 años (2020-2023)	14 años (2016-2030)	5 años (2017-2022)	8 años (2012-2020)	5 años (2002-2006)

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A2**  
**Clústeres ocupacionales y su grado de calificación.**

<b>Clúster</b>	<b>Recurso humano</b>	<b>Calificación</b>
Back office	Diverso	Gran cantidad de bachilleres universitarios
Computación	Ingenieros eléctricos, de hardware, especialistas en redes, software y desarrolladores web, programadores y analistas de seguridad.	Gran cantidad de bachilleres universitarios
Comunicaciones	Publicistas y relacionistas públicos, escritores y editores.	Gran cantidad de bachilleres universitarios
Diseño	Artistas, diseñadores gráficos, diseñadores industriales y productores audiovisuales.	Diversa
Finanzas	Analistas y promotores financieros, contadores y oficinistas	Gran cantidad de bachilleres universitarios
Ingeniería	Todos los ingenieros a excepción de los directamente relacionados con computación.	Gran cantidad de bachilleres universitarios
Matemática	Actuariales, matemáticos y estadísticos	Como mínimo Bachilleres universitarios
Negocios	Ejecutivos, Gerentes y analistas.	bachilleres y másteres
Ventas y Mercadeo	Gerentes de marketing y ventas	Gran cantidad de bachilleres universitarios

*Fuente:* elaboración propia de acuerdo con CAEL (2019).

**Cuadro A3**  
**Cantidad de puestos por empresa**

<b>Empresa</b>	<b>Cantidad de puestos</b>
Empresa 1	121
Empresa 2	59
Empresa 3	47
Empresa 4	46
Empresa 5	40
Empresa 6	38
Empresa 7	38
Empresa 8	37
Empresa 9	36
Empresa10	32
Empresa 11	30
Empresa 12	29
Empresa 13	29
Empresa 14	28
Empresa 15	27
Empresa 16	27
Empresa 17	22
Empresa 18	21
Empresa 19	21
Empresa 20	20
Empresa 21	20
Empresa 22	18
Empresa 23	17
Empresa 24	16
Empresa 25	16
Empresa 26	16
Empresa 27	15
Empresa 28	14
Empresa 29	13
Empresa 30	13
Empresa 31	12
Empresa 32	12
Empresa 33	12
Empresa 34	12
Empresa 35	10
Empresa 36	10
Empresa 37	10
Empresa 38	9
Empresa 39	9

<b>Empresa</b>	<b>Cantidad de puestos</b>
Empresa 40	9
Empresa 41	8
Empresa 42	8
Empresa 43	7
Empresa 44	7
Empresa 45	7
Empresa 46	7
Empresa 47	7
Empresa 48	7
Empresa 49	7
Empresa 50	6
Empresa 51	5
Empresa 52	4
Empresa 53	4
Empresa 54	4
Empresa 55	4
Empresa 56	4
Empresa 57	4
Empresa 58	4
Empresa 59	4
Empresa 60	3
Empresa 61	3
Empresa 62	3
Empresa 63	2
Empresa 64	2
Empresa 65	2
Empresa 66	2
Empresa 67	2
Empresa 68	1
Empresa 69	1
Empresa 70	1
Empresa 71	1
Empresa 72	1
Empresa 73	1
Empresa 74	1
Empresa 75	1
Empresa 76	1

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A4****Costa Rica: Composición de la demanda en escenario de ingeniería y tecnología en zona franca, 2020**

<b>Formación Profesional</b>	<b>Cantidad de puestos</b>	<b>Porcentaje</b>
Ingeniería en Ciencias de la Computación	385	33,6%
Ingeniería Industrial	207	18,0%
Negocios	112	9,8%
Contabilidad	91	7,9%
Banca y Finanzas	88	7,7%
Ingeniería Mecatrónica	43	3,7%
Ingeniería en Calidad	33	2,9%
Ingeniería en Producción Industrial	27	2,4%
Marketing	21	1,8%
Recursos Humanos	21	1,8%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	19	1,7%
Ingeniería Electromecánica	11	1,0%
Economía	11	1,0%
Comunicación	10	0,9%
Ingeniería en Biotecnología	8	0,7%
Diseño Gráfico	8	0,7%
Ingeniería Mecánica	7	0,6%
Ingeniería en Mantenimiento Industrial	7	0,6%
Derecho	6	0,5%
Ingeniería Química	6	0,5%
Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional	4	0,3%
Ingeniería en Microbiología	2	0,2%
Odontología	2	0,2%
Relaciones Públicas	2	0,2%
Biología	2	0,2%
Farmacia	2	0,2%
Química	1	0,1%
Física	1	0,1%
Ingeniería en Telemática	1	0,1%
Ingeniería Aeroespacial	1	0,1%
Producción Digital	1	0,1%
Estadística	1	0,1%
Comercio Internacional	1	0,1%
Diseño Industrial	1	0,1%
Comercio Internacional	1	0,1%
(en blanco)		0,0%
<b>Total general</b>	<b>1147</b>	<b>100%</b>

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A5**  
**Composición de la demanda en escenario de ciencias exactas y tecnología, 2020**

<b>Formación Profesional</b>	<b>Cantidad de puestos</b>	<b>Porcentaje</b>
Ingeniería en Ciencias de la Computación	390	34,0%
Ingeniería Industrial	155	13,5%
Negocios	112	9,8%
Contabilidad	91	7,9%
Banca y Finanzas	88	7,7%
Ingeniería Mecatrónica	43	3,7%
Ingeniería en Calidad	31	2,7%
Ingeniería en Producción Industrial	25	2,2%
Marketing	21	1,8%
Estadística	21	1,8%
Recursos Humanos	21	1,8%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	17	1,5%
Ingeniería Química	14	1,2%
Economía	11	1,0%
Ingeniería Electromecánica	11	1,0%
Ingeniería en Microbiología	12	1%
Ciencias Actuariales	10	0,9%
Comunicación	10	0,9%
Matemática	9	0,8%
Diseño Gráfico	8	0,7%
Ingeniería Mecánica	7	0,6%
Ingeniería en Mantenimiento Industrial	7	0,6%
Derecho	6	0,5%
Ingeniería en Materiales	4	0,3%
Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional	4	0,3%
Ingeniería en Biotecnología	4	0,3%
Farmacia	2	0,2%
Biología	2	0,2%
Odontología	2	0,2%
Relaciones Públicas	2	0,2%
Producción Digital	1	0,1%
Ingeniería Aeroespacial	1	0,1%
Química	1	0,1%
Ingeniería en Telemática	1	0,1%
Diseño Industrial	1	0,1%
Comercio Internacional	1	0,1%
Física	1	0,1%
<b>Total general</b>	<b>1147</b>	<b>100,0%</b>

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A6**  
**Composición de la demanda en escenario de operaciones**

<b>Formación Profesional</b>	<b>Cantidad de puestos</b>	<b>Porcentaje</b>
Ingeniería en Ciencias de la Computación	384	33,5%
Ingeniería Industrial	164	14,3%
Negocios	111	9,7%
Contabilidad	91	7,9%
Banca y Finanzas	88	7,7%
Ingeniería Mecatrónica	42	3,7%
Ingeniería en Producción Industrial	41	3,6%
Ingeniería en Calidad	41	3,6%
Ingeniería Eléctrica y Electrónica	23	2,0%
Marketing	21	1,8%
Recursos Humanos	21	1,8%
Ingeniería Electromecánica	12	1,0%
Ingeniería en Materiales	11	1,0%
Economía	11	1,0%
Comunicación	10	0,9%
Ingeniería en Biotecnología	10	0,9%
Ingeniería en Salud y Seguridad Ocupacional	10	0,9%
Ingeniería en Mantenimiento Industrial	10	0,9%
Diseño Gráfico	8	0,7%
Derecho	6	0,5%
Ingeniería Mecánica	6	0,5%
Ingeniería Química	6	0,5%
Ingeniería en Microbiología	2	0,2%
Biología	2	0,2%
Odontología	2	0,2%
Relaciones Públicas	2	0,2%
Farmacia	2	0,2%
Matemática	2	0,2%
Química	1	0,1%
Estadística	1	0,1%
Física	1	0,1%
Producción Digital	1	0,1%
Ingeniería Aeroespacial	1	0,1%
Ingeniería en Telemática	1	0,1%
Diseño Industrial	1	0,1%
Comercio Internacional	1	0,1%
<b>Total general</b>	<b>1147</b>	<b>100,0%</b>

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A7**  
**Oferta país de formaciones profesionales en bioingenierías y biociencias**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	46
2015	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	25
2016	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	73
2017	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	52
2018	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	55
2019	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	60
2020	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	56
2021	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	57
2022	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	58
2023	BioIngenierías y BioCiencias	Biología	57
2014	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	18
2015	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	18
2016	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	31
2017	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	42
2018	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	34
2019	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	36
2020	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	37
2021	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	36
2022	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	36
2023	BioIngenierías y BioCiencias	Ingeniería en Biotecnología	36
2014	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	38
2015	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	44
2016	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	74
2017	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	93
2018	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	130
2019	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	128
2020	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	117
2021	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	125
2022	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	124
2023	BioIngenierías y BioCiencias	Microbiología	122

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A8**  
**Oferta país de formaciones profesionales en Calidad, Manufactura y Materiales**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	24
2015	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	16
2016	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	14
2017	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	23
2018	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	39
2019	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	25
2020	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	29
2021	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	31
2022	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	29
2023	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Calidad	30
2014	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	28
2015	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	39
2016	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	29
2017	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	23
2018	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	22
2019	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	25
2020	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	23
2021	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	23
2022	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	24
2023	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Diseño Industrial	23
2014	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	57
2015	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	60
2016	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	59
2017	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	65
2018	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	51
2019	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	57
2020	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	58
2021	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	55
2022	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	56
2023	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	56
2014	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	12
2015	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	10
2016	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	24
2017	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	29
2018	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	16
2019	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	23
2020	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	23

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2021	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	21
2022	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	22
2023	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Materiales	22
2014	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	87
2015	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	91
2016	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	100
2017	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	142
2018	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	122
2019	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	121
2020	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	128
2021	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	124
2022	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	125
2023	Calidad, Manufactura y Materiales	Ingeniería en Producción Industrial	126

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### **Cuadro A9** **Oferta país de formaciones profesionales en computación**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Computación	Computación	589
2015	Computación	Computación	598
2016	Computación	Computación	567
2017	Computación	Computación	677
2018	Computación	Computación	523
2019	Computación	Computación	547
2020	Computación	Computación	582
2021	Computación	Computación	551
2022	Computación	Computación	560
2023	Computación	Computación	564

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### **Cuadro A10** **Oferta país de formaciones profesionales en Economía y Exactas cuantitativas**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	8
2015	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	8
2016	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	4
2017	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	8
2018	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	2
2019	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	5
2020	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	5
2021	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	4

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2022	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	4
2023	Economía y C.E. Cuantitativas	Ciencias Actuariales	4
2014	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	111
2015	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	146
2016	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	135
2017	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	142
2018	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	90
2019	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	125
2020	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	119
2021	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	111
2022	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	118
2023	Economía y C.E. Cuantitativas	Economía	116
2014	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	20
2015	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	9
2016	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	19
2017	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	19
2018	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	31
2019	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	23
2020	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	24
2021	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	26
2022	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	24
2023	Economía y C.E. Cuantitativas	Estadística	25
2014	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	11
2015	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	15
2016	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	6
2017	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	25
2018	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	16
2019	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	16
2020	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	19
2021	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	17
2022	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	17
2023	Economía y C.E. Cuantitativas	Física	18
2014	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	2
2015	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	5
2016	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	6
2017	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	10
2018	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	7
2019	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	8
2020	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	8
2021	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	8
2022	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	8
2023	Economía y C.E. Cuantitativas	Matemática	8

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A11**  
**Oferta país de formaciones profesionales en Electroingenierías**

Año	Conglomerado ocupacional	Formación Profesional	Oferta País
2014	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	223
2015	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	225
2016	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	225
2017	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	254
2018	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	271
2019	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	250
2020	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	258
2021	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	260
2022	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	256
2023	Electroingenierías	Ingeniería Eléctrica y electrónica	258
2014	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	106
2015	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	115
2016	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	136
2017	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	121
2018	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	125
2019	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	190
2020	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	145
2021	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	153
2022	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	163
2023	Electroingenierías	Ingeniería Electromecánica	154
2014	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	73
2015	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	89
2016	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	56
2017	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	63
2018	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	65
2019	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	76
2020	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	68
2021	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	70
2022	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	71
2023	Electroingenierías	Ingeniería Mecánica	69

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A12**  
**Oferta país de formaciones profesionales del sector Industriales**

Año	Conglomerado ocupacional	Formación Profesional	Oferta País
2014	Industrial	Ingeniería industrial	615
2015	Industrial	Ingeniería industrial	642
2016	Industrial	Ingeniería industrial	589
2017	Industrial	Ingeniería industrial	713
2018	Industrial	Ingeniería industrial	698
2019	Industrial	Ingeniería industrial	801

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2020	Industrial	Ingeniería industrial	737
2021	Industrial	Ingeniería industrial	745
2022	Industrial	Ingeniería industrial	761
2023	Industrial	Ingeniería industrial	748
2014	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	57
2015	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	60
2016	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	59
2017	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	65
2018	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	51
2019	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	57
2020	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	58
2021	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	55
2022	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	56
2023	Industrial	Ingeniería en mantenimiento industrial	56

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A13****Oferta país de formaciones profesionales en Mecatrónica y Aeroespacial**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2015	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2016	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2017	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2018	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2019	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2020	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2021	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2022	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2023	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Aeroespacial	0
2014	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	32
2015	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	17
2016	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	29
2017	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	44
2018	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	31
2019	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	42
2020	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	39
2021	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	37
2022	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	39
2023	Mecatrónica y Aeroespacial	Ingeniería Mecatrónica	38

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A14****Oferta país de formaciones profesionales en Negocios**

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Negocios	Banca y Finanzas	872
2015	Negocios	Banca y Finanzas	959
2016	Negocios	Banca y Finanzas	860
2017	Negocios	Banca y Finanzas	817
2018	Negocios	Banca y Finanzas	784
2019	Negocios	Banca y Finanzas	820
2020	Negocios	Banca y Finanzas	807
2021	Negocios	Banca y Finanzas	804
2022	Negocios	Banca y Finanzas	810
2023	Negocios	Banca y Finanzas	807
2014	Negocios	Comercio Internacional	142
2015	Negocios	Comercio Internacional	168
2016	Negocios	Comercio Internacional	154
2017	Negocios	Comercio Internacional	138
2018	Negocios	Comercio Internacional	153
2019	Negocios	Comercio Internacional	161

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2020	Negocios	Comercio Internacional	151
2021	Negocios	Comercio Internacional	155
2022	Negocios	Comercio Internacional	155
2023	Negocios	Comercio Internacional	154
2014	Negocios	Contabilidad	1115
2015	Negocios	Contabilidad	1148
2016	Negocios	Contabilidad	1077
2017	Negocios	Contabilidad	1211
2018	Negocios	Contabilidad	1291
2019	Negocios	Contabilidad	1454
2020	Negocios	Contabilidad	1319
2021	Negocios	Contabilidad	1355
2022	Negocios	Contabilidad	1376
2023	Negocios	Contabilidad	1350
2014	Negocios	Negocios	2309
2015	Negocios	Negocios	2243
2016	Negocios	Negocios	2106
2017	Negocios	Negocios	2116
2018	Negocios	Negocios	2181
2019	Negocios	Negocios	2154
2020	Negocios	Negocios	2150
2021	Negocios	Negocios	2162
2022	Negocios	Negocios	2156
2023	Negocios	Negocios	2156
2014	Negocios	Recursos Humanos	773
2015	Negocios	Recursos Humanos	795
2016	Negocios	Recursos Humanos	706
2017	Negocios	Recursos Humanos	768
2018	Negocios	Recursos Humanos	760
2019	Negocios	Recursos Humanos	808
2020	Negocios	Recursos Humanos	779
2021	Negocios	Recursos Humanos	782
2022	Negocios	Recursos Humanos	790
2023	Negocios	Recursos Humanos	784

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A15**  
**Oferta país de formaciones profesionales en Química**

Año	Conglomerado ocupacional	Formación Profesional	Oferta País
2014	Química	Ingeniería Química	39
2015	Química	Ingeniería Química	30
2016	Química	Ingeniería Química	41
2017	Química	Ingeniería Química	42
2018	Química	Ingeniería Química	56
2019	Química	Ingeniería Química	50
2020	Química	Ingeniería Química	49
2021	Química	Ingeniería Química	52
2022	Química	Ingeniería Química	51
2023	Química	Ingeniería Química	51
2014	Química	Química	57
2015	Química	Química	54
2016	Química	Química	47
2017	Química	Química	83
2018	Química	Química	67
2019	Química	Química	66
2020	Química	Química	72
2021	Química	Química	68
2022	Química	Química	69
2023	Química	Química	70

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A16**  
**Oferta país de formaciones profesionales en el resto de las formaciones profesionales**

Año	Conglomerado ocupacional	Formación Profesional	Oferta País
2014	Artes y Letras	Producción Digital	26
2015	Artes y Letras	Producción Digital	39
2016	Artes y Letras	Producción Digital	27
2017	Artes y Letras	Producción Digital	35
2018	Artes y Letras	Producción Digital	30
2019	Artes y Letras	Producción Digital	21
2020	Artes y Letras	Producción Digital	29
2021	Artes y Letras	Producción Digital	27
2022	Artes y Letras	Producción Digital	25
2023	Artes y Letras	Producción digital	27
2014	Comunicación y Marketing	Comunicación	251
2015	Comunicación y Marketing	Comunicación	327
2016	Comunicación y Marketing	Comunicación	184
2017	Comunicación y Marketing	Comunicación	246
2018	Comunicación y Marketing	Comunicación	177
2019	Comunicación y Marketing	Comunicación	195

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2020	Comunicación y Marketing	Comunicación	206
2021	Comunicación y Marketing	Comunicación	193
2022	Comunicación y Marketing	Comunicación	198
2023	Comunicación y Marketing	Comunicación	199
2014	Comunicación y Marketing	Marketing	256
2015	Comunicación y Marketing	Marketing	224
2016	Comunicación y Marketing	Marketing	238
2017	Comunicación y Marketing	Marketing	226
2018	Comunicación y Marketing	Marketing	203
2019	Comunicación y Marketing	Marketing	215
2020	Comunicación y Marketing	Marketing	215
2021	Comunicación y Marketing	Marketing	211
2022	Comunicación y Marketing	Marketing	214
2023	Comunicación y Marketing	Marketing	213
2014	Derecho	Derecho	1740
2015	Derecho	Derecho	1428
2016	Derecho	Derecho	1473
2017	Derecho	Derecho	1426
2018	Derecho	Derecho	1283
2019	Derecho	Derecho	1289
2020	Derecho	Derecho	1333
2021	Derecho	Derecho	1301
2022	Derecho	Derecho	1308
2023	Derecho	Derecho	1314
2014	Diseño	Diseño Gráfico	40
2015	Diseño	Diseño Gráfico	42
2016	Diseño	Diseño Gráfico	55
2017	Diseño	Diseño Gráfico	73
2018	Diseño	Diseño Gráfico	89
2019	Diseño	Diseño Gráfico	70
2020	Diseño	Diseño Gráfico	77
2022	Diseño	Diseño Gráfico	75
2023	Diseño	Diseño Gráfico	77
2021	Diseño	Diseño Gráfico	79
2014	Diseño	Diseño Gráfico	40
2015	Diseño	Diseño Gráfico	42
2016	Diseño	Diseño Gráfico	55
2017	Diseño	Diseño Gráfico	73
2018	Diseño	Diseño Gráfico	89
2019	Diseño	Diseño Gráfico	70
2020	Diseño	Diseño Gráfico	77
2021	Diseño	Diseño Gráfico	79
2022	Diseño	Diseño Gráfico	75
2023	Diseño	Diseño Gráfico	77

<b>Año</b>	<b>Conglomerado ocupacional</b>	<b>Formación Profesional</b>	<b>Oferta País</b>
2014	Farmacia	Farmacia	301
2015	Farmacia	Farmacia	292
2016	Farmacia	Farmacia	274
2017	Farmacia	Farmacia	282
2018	Farmacia	Farmacia	275
2019	Farmacia	Farmacia	288
2020	Farmacia	Farmacia	282
2021	Farmacia	Farmacia	282
2022	Farmacia	Farmacia	284
2023	Farmacia	Farmacia	282
2014	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	90
2015	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	126
2016	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	149
2017	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	154
2018	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	124
2019	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	138
2020	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	139
2021	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	133
2022	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	137
2023	Ingeniería en SSO	Ingeniería en SSO	136
2014	Odontología	Odontología	153
2015	Odontología	Odontología	179
2016	Odontología	Odontología	175
2017	Odontología	Odontología	141
2018	Odontología	Odontología	196
2019	Odontología	Odontología	160
2020	Odontología	Odontología	166
2021	Odontología	Odontología	174
2022	Odontología	Odontología	167
2023	Odontología	Odontología	169
2014	RI y RP	RI y RP	302
2015	RI y RP	RI y RP	377
2016	RI y RP	RI y RP	281
2017	RI y RP	RI y RP	250
2018	RI y RP	RI y RP	201
2019	RI y RP	RI y RP	245
2020	RI y RP	RI y RP	232
2021	RI y RP	RI y RP	226
2022	RI y RP	RI y RP	235
2023	RI y RP	RI y RP	231
2014	Telemática	Ingeniería Telemática	40
2015	Telemática	Ingeniería Telemática	50
2016	Telemática	Ingeniería Telemática	36
2017	Telemática	Ingeniería Telemática	24

Año	Conglomerado ocupacional	Formación Profesional	Oferta País
2018	Telemática	Ingeniería Telemática	23
2019	Telemática	Ingeniería Telemática	17
2020	Telemática	Ingeniería Telemática	21
2021	Telemática	Ingeniería Telemática	20
2022	Telemática	Ingeniería Telemática	20
2023	Telemática	Ingeniería Telemática	20

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A17

Costa Rica: Brecha en ingeniería en ciencias de la computación, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	677	2.126	-1.449	3,14
2018	Tasa del 15%	523	2.445	-1.922	4,68
2019	Tasa del 15%	547	2.812	-2.265	5,14
2020	Tasa del 15%	582	3.234	-2.651	5,55
2021	Tasa del 15%	551	3.719	-3.168	6,75
2022	Tasa del 15%	560	4.276	-3.716	7,64
2023	Tasa del 15%	564	4.918	-4.354	8,71

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A18

Costa Rica: Brecha en ingeniería en ciencias de la computación, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	677	1.710	-1.033	2,53
2018	Tasa de 12.06%	523	1.916	-1.393	3,66
2019	Tasa de 12.06%	547	2.147	-1.600	3,93
2020	Tasa de 12.06%	582	2.406	-1.824	4,13
2021	Tasa de 12.06%	551	2.696	-2.146	4,90
2022	Tasa de 12.06%	560	3.022	-2.462	5,40
2023	Tasa de 12.06%	564	3.386	-2.822	6,00

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A19****Costa Rica: Brecha en ingeniería en ciencias de la computación, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	677	1.503	-826	2,22
2018	Tasa de 10.6%	523	1.662	- 1.139	3,18
2019	Tasa de 10.6%	547	1.838	- 1.291	3,36
2020	Tasa de 10.6%	582	2.033	- 1.450	3,49
2021	Tasa de 10.6%	551	2.248	- 1.697	4,08
2022	Tasa de 10.6%	560	2.487	- 1.927	4,44
2023	Tasa de 10.6%	564	2.750	- 2.186	4,87

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A20****Costa Rica: Brecha en ingeniería en ciencias de la computación, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	677	1.125	-448	1,66
2018	Tasa del 7.61%	523	1.215	-692	2,32
2019	Tasa del 7.61%	547	1.311	-764	2,40
2020	Tasa del 7.61%	582	1.415	-833	2,43
2021	Tasa del 7.61%	551	1.528	-977	2,77
2022	Tasa del 7.61%	560	1.649	- 1.089	2,94
2023	Tasa del 7.61%	564	1.780	- 1.216	3,15

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A21****Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario de ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	713	1.128	-415	1,58
2018	Tasa del 15%	698	1.298	-600	1,86
2019	Tasa del 15%	801	1.492	-691	1,86
2020	Tasa del 15%	737	1.716	-979	2,33
2021	Tasa del 15%	745	1.974	- 1.228	2,65
2022	Tasa del 15%	761	2.270	- 1.509	2,98
2023	Tasa del 15%	748	2.610	- 1.862	3,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A22**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario de ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	713	908	-195	1,27
2018	Tasa del 12.06%	698	1.017	-319	1,46
2019	Tasa del 12.06%	801	1.140	-339	1,42
2020	Tasa del 12.06%	737	1.277	-540	1,73
2021	Tasa del 12.06%	745	1.431	-686	1,92
2022	Tasa del 12.06%	761	1.604	-843	2,11
2023	Tasa del 12.06%	748	1.797	- 1.049	2,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A23**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario de ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	713	798	-85	1,12
2018	Tasa del 10.6%	698	882	-184	1,26
2019	Tasa del 10.6%	801	975	-174	1,22
2020	Tasa del 10.6%	737	1.079	-342	1,46
2021	Tasa del 10.6%	745	1.193	-448	1,60
2022	Tasa del 10.6%	761	1.320	-559	1,73
2023	Tasa del 10.6%	748	1.460	-712	1,95

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A24**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario de ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	713	597	116	0,84
2018	Tasa del 7.61%	698	645	53	0,92
2019	Tasa del 7.61%	801	696	105	0,87
2020	Tasa del 7.61%	737	751	-14	1,02
2021	Tasa del 7.61%	745	811	-65	1,09
2022	Tasa del 7.61%	761	875	-114	1,15
2023	Tasa del 7.61%	748	945	-197	1,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A25**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario ciencias exactas, con un ajuste del 15 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	713	845	-132	1,19
2018	Tasa del 15%	698	972	-274	1,39
2019	Tasa del 15%	801	1.118	-317	1,40
2020	Tasa del 15%	737	1.285	-548	1,74
2021	Tasa del 15%	745	1.478	-733	1,98
2022	Tasa del 15%	761	1.700	-938	2,23
2023	Tasa del 15%	748	1.955	- 1.207	2,61

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A26**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario ciencias exactas, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	713	680	33	0,95
2018	Tasa de 12.06%	698	761	-63	1,09
2019	Tasa de 12.06%	801	853	-52	1,07
2020	Tasa de 12.06%	737	956	-219	1,30
2021	Tasa de 12.06%	745	1.072	-326	1,44
2022	Tasa de 12.06%	761	1.201	-440	1,58
2023	Tasa de 12.06%	748	1.346	-598	1,80

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A27 Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario ciencias exactas, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	713	597	116	0,84
2018	Tasa del 10.6%	698	660	38	0,95
2019	Tasa del 10.6%	801	730	71	0,91
2020	Tasa del 10.6%	737	808	-71	1,10
2021	Tasa del 10.6%	745	894	-148	1,20
2022	Tasa del 10.6%	761	988	-227	1,30
2023	Tasa del 10.6%	748	1.093	-345	1,46

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A28**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería industrial en escenario de ciencias exactas, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	713	447	266	0,63
2018	Tasa del 7.61%	698	483	215	0,69
2019	Tasa del 7.61%	801	521	280	0,65
2020	Tasa del 7.61%	737	563	175	0,76
2021	Tasa del 7.61%	745	607	138	0,81
2022	Tasa del 7.61%	761	655	106	0,86
2023	Tasa del 7.61%	748	707	41	0,95

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A29**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 15 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	29	60	-31	2,07
2018	Tasa del 15%	16	69	-53	4,31
2019	Tasa del 15%	23	79	-56	3,45
2020	Tasa del 15%	23	91	-69	4,02
2021	Tasa del 15%	21	105	-84	5,10
2022	Tasa del 15%	22	121	-99	5,46
2023	Tasa del 15%	22	139	-117	6,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A30**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	29	48	-19	1,66
2018	Tasa de 12.06%	16	54	-38	3,38
2019	Tasa de 12.06%	23	61	-38	2,63
2020	Tasa de 12.06%	23	68	-45	2,99
2021	Tasa de 12.06%	21	76	-55	3,70
2022	Tasa de 12.06%	22	85	-63	3,86
2023	Tasa de 12.06%	22	95	-74	4,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A31**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	29	42	-13	1,46
2018	Tasa de 10.6%	16	47	-31	2,93
2019	Tasa de 10.6%	23	52	-29	2,25
2020	Tasa de 10.6%	23	57	-35	2,53
2021	Tasa de 10.6%	21	63	-43	3,08
2022	Tasa de 10.6%	22	70	-48	3,18
2023	Tasa de 10.6%	22	78	-56	3,56

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A32**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	29	32	-3	1,09
2018	Tasa del 7.61%	16	34	-18	2,14
2019	Tasa del 7.61%	23	37	-14	1,61
2020	Tasa del 7.61%	23	40	-17	1,76
2021	Tasa del 7.61%	21	43	-23	2,10
2022	Tasa del 7.61%	22	47	-24	2,11
2023	Tasa del 7.61%	22	50	-28	2,31

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A33**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 15 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	29	60	-31	2,07
2018	Tasa del 15%	16	69	-53	4,31
2019	Tasa del 15%	23	79	-56	3,45
2020	Tasa del 15%	23	91	-69	4,02
2021	Tasa del 15%	21	105	-84	5,10
2022	Tasa del 15%	22	121	-99	5,46
2023	Tasa del 15%	22	139	-117	6,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A34**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	29	48	-19	1,66
2018	Tasa de 12.06%	16	54	-38	3,38
2019	Tasa de 12.06%	23	61	-38	2,63
2020	Tasa de 12.06%	23	68	-45	2,99
2021	Tasa de 12.06%	21	76	-55	3,70
2022	Tasa de 12.06%	22	85	-63	3,86
2023	Tasa de 12.06%	22	95	-74	4,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A35**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	29	42	-13	1,46
2018	Tasa de 10.6%	16	47	-31	2,93
2019	Tasa de 10.6%	23	52	-29	2,25
2020	Tasa de 10.6%	23	57	-35	2,53
2021	Tasa de 10.6%	21	63	-43	3,08
2022	Tasa de 10.6%	22	70	-48	3,18
2023	Tasa de 10.6%	22	78	-56	3,56

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A36**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en materiales en escenario de operaciones, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	29	32	-3	1,09
2018	Tasa del 7.61%	16	34	-18	2,14
2019	Tasa del 7.61%	23	37	-14	1,61
2020	Tasa del 7.61%	23	40	-17	1,76
2021	Tasa del 7.61%	21	43	-23	2,10
2022	Tasa del 7.61%	22	47	-24	2,11
2023	Tasa del 7.61%	22	50	-28	2,31

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A37****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	23	180	-157	7,82
2018	Tasa del 15%	39	207	-168	5,30
2019	Tasa del 15%	25	238	-213	9,39
2020	Tasa del 15%	29	274	-244	9,40
2021	Tasa del 15%	31	315	-284	10,10
2022	Tasa del 15%	29	362	-333	12,68
2023	Tasa del 15%	30	416	-387	14,06

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A38****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	23	145	-122	6,29
2018	Tasa del 12.06%	39	162	-123	4,16
2019	Tasa del 12.06%	25	182	-156	7,17
2020	Tasa del 12.06%	29	204	-174	6,99
2021	Tasa del 12.06%	31	228	-197	7,32
2022	Tasa del 12.06%	29	256	-227	8,96
2023	Tasa del 12.06%	30	286	-257	9,68

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A39****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	23	127	-104	5,53
2018	Tasa del 10.6%	39	141	-102	3,61
2019	Tasa del 10.6%	25	156	-130	6,14
2020	Tasa del 10.6%	29	172	-143	5,91
2021	Tasa del 10.6%	31	190	-159	6,11
2022	Tasa del 10.6%	29	210	-182	7,37
2023	Tasa del 10.6%	30	233	-203	7,86

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A40**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.616%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	23	95	-72	4,14
2018	Tasa del 7.61%	39	103	-64	2,64
2019	Tasa del 7.61%	25	111	-86	4,38
2020	Tasa del 7.61%	29	120	-91	4,11
2021	Tasa del 7.61%	31	129	-98	4,15
2022	Tasa del 7.61%	29	140	-111	4,89
2023	Tasa del 7.61%	30	151	-121	5,09

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A41**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	23	169	-146	7,35
2018	Tasa del 15%	39	194	-155	4,98
2019	Tasa del 15%	25	224	-198	8,82
2020	Tasa del 15%	29	257	-228	8,83
2021	Tasa del 15%	31	296	-264	9,49
2022	Tasa del 15%	29	340	-311	11,91
2023	Tasa del 15%	30	391	-361	13,21

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A42**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	23	136	-113	5,91
2018	Tasa de 12.06%	39	152	-113	3,91
2019	Tasa de 12.06%	25	171	-145	6,74
2020	Tasa de 12.06%	29	191	-162	6,57
2021	Tasa de 12.06%	31	214	-183	6,88
2022	Tasa de 12.06%	29	240	-212	8,42
2023	Tasa de 12.06%	30	269	-240	9,09

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A43****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	23	119	-96	5,19
2018	Tasa de 10.6%	39	132	-93	3,39
2019	Tasa de 10.5%	25	146	-121	5,77
2020	Tasa de 10.5%	29	162	-132	5,55
2021	Tasa de 10.5%	31	179	-148	5,74
2022	Tasa de 10.5%	29	198	-169	6,93
2023	Tasa de 10.5%	30	219	-189	7,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A44****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	23	89	-66	3,89
2018	Tasa del 7.61%	39	97	-58	2,48
2019	Tasa del 7.61%	25	104	-79	4,11
2020	Tasa del 7.61%	29	113	-83	3,86
2021	Tasa del 7.61%	31	121	-90	3,90
2022	Tasa del 7.61%	29	131	-103	4,59
2023	Tasa del 7.61%	30	141	-112	4,78

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A45****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	23	224	-201	9,72
2018	Tasa del 15%	39	257	-218	6,59
2019	Tasa del 15%	25	296	-270	11,67
2020	Tasa del 15%	29	340	-311	11,68
2021	Tasa del 15%	31	391	-360	12,55
2022	Tasa del 15%	29	450	-421	15,76
2023	Tasa del 15%	30	517	-487	17,47

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A46****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en operaciones, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	23	180	-157	7,82
2018	Tasa de 12.06%	39	201	-162	5,16
2019	Tasa de 12.06%	25	226	-200	8,91
2020	Tasa de 12.06%	29	253	-224	8,69
2021	Tasa de 12.06%	31	283	-252	9,10
2022	Tasa de 12.06%	29	318	-289	11,13
2023	Tasa de 12.06%	30	356	-326	12,03

*Fuente:* elaboración propia, 2021.**Cuadro A47****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en operaciones, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	23	158	-135	6,87
2018	Tasa de 10.6%	39	175	-136	4,48
2019	Tasa de 10.6%	25	193	-168	7,63
2020	Tasa de 10.6%	29	214	-185	7,34
2021	Tasa de 10.6%	31	236	-205	7,59
2022	Tasa de 10.6%	29	261	-233	9,16
2023	Tasa de 10.6%	30	289	-260	9,77

*Fuente:* elaboración propia, 2021.**Cuadro A48****Costa Rica: Brecha Ingeniería en calidad en operaciones, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	23	118	-95	5,14
2018	Tasa del 7.61%	39	128	-89	3,27
2019	Tasa del 7.61%	25	138	-113	5,44
2020	Tasa del 7.61%	29	149	-120	5,11
2021	Tasa del 7.61%	31	161	-129	5,16
2022	Tasa del 7.61%	29	173	-145	6,08
2023	Tasa del 7.61%	30	187	-158	6,32

*Fuente:* elaboración propia, 2021.

**Cuadro A49**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	142	147	-5	1,04
2018	Tasa del 15%	122	169	-47	1,39
2019	Tasa del 15%	121	195	-73	1,60
2020	Tasa del 15%	128	224	-95	1,74
2021	Tasa del 15%	124	257	-134	2,08
2022	Tasa del 15%	125	296	-171	2,38
2023	Tasa del 15%	126	340	-215	2,71

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A50**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	142	118	24	0,83
2018	Tasa del 12.06%	122	133	-11	1,09
2019	Tasa del 12.06%	121	149	-27	1,23
2020	Tasa del 12.06%	128	167	-38	1,30
2021	Tasa del 12.06%	124	187	-63	1,51
2022	Tasa del 12.06%	125	209	-85	1,68
2023	Tasa del 12.06%	126	234	-109	1,87

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A51**

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	142	104	38	0,73
2018	Tasa del 10.6%	122	115	7	0,94
2019	Tasa del 10.6%	121	127	-6	1,05
2020	Tasa del 10.6%	128	141	-12	1,10
2021	Tasa del 10.6%	124	156	-32	1,26
2022	Tasa del 10.6%	125	172	-48	1,38
2023	Tasa del 10.6%	126	190	-65	1,52

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A52

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	142	78	64	0,55
2018	Tasa del 7.61%	122	84	38	0,69
2019	Tasa del 7.61%	121	91	31	0,75
2020	Tasa del 7.61%	128	98	30	0,76
2021	Tasa del 7.61%	124	106	18	0,85
2022	Tasa del 7.61%	125	114	10	0,92
2023	Tasa del 7.61%	126	123	2	0,98

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A53

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	142	136	6	0,96
2018	Tasa del 15%	122	157	-35	1,28
2019	Tasa del 15%	121	180	-59	1,49
2020	Tasa del 15%	128	207	-79	1,61
2021	Tasa del 15%	124	238	-114	1,92
2022	Tasa del 15%	125	274	-150	2,20
2023	Tasa del 15%	126	315	-190	2,51

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A54

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	142	110	32	0,77
2018	Tasa de 12.06%	122	123	-1	1,01
2019	Tasa de 12.06%	121	138	-16	1,13
2020	Tasa de 12.06%	128	154	-26	1,20
2021	Tasa de 12.06%	124	173	-49	1,39
2022	Tasa de 12.06%	125	194	-69	1,55
2023	Tasa de 12.06%	126	217	-91	1,73

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A55

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	142	96	46	0,68
2018	Tasa de 10.6%	122	107	15	0,87
2019	Tasa de 10.6%	121	118	4	0,97
2020	Tasa de 10.6%	128	130	-2	1,01
2021	Tasa de 10.6%	124	144	-20	1,16
2022	Tasa de 10.6%	125	159	-35	1,28
2023	Tasa de 10.6%	126	176	-51	1,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A56

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	142	72	70	0,51
2018	Tasa del 7.61%	122	78	44	0,64
2019	Tasa del 7.61%	121	84	37	0,69
2020	Tasa del 7.61%	128	91	38	0,71
2021	Tasa del 7.61%	124	98	26	0,79
2022	Tasa del 7.61%	125	106	19	0,85
2023	Tasa del 7.61%	126	114	12	0,91

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A57

**Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	142	224	-82	1,57
2018	Tasa del 15%	122	257	-135	2,11
2019	Tasa del 15%	121	296	-174	2,44
2020	Tasa del 15%	128	340	-211	2,65
2021	Tasa del 15%	124	391	-267	3,15
2022	Tasa del 15%	125	450	-325	3,61
2023	Tasa del 15%	126	517	-391	4,11

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A58

Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	142	180	-38	1,27
2018	Tasa de 12.06%	122	201	-79	1,65
2019	Tasa de 12.06%	121	226	-104	1,86
2020	Tasa de 12.06%	128	253	-125	1,97
2021	Tasa de 12.06%	124	283	-160	2,29
2022	Tasa de 12.06%	125	318	-193	2,55
2023	Tasa de 12.06%	126	356	-230	2,83

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A59

Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	142	158	-16	1,11
2018	Tasa de 10.6%	122	175	-53	1,43
2019	Tasa de 10.6%	121	193	-72	1,59
2020	Tasa de 10.6%	128	214	-85	1,66
2021	Tasa de 10.6%	124	236	-112	1,91
2022	Tasa de 10.6%	125	261	-137	2,10
2023	Tasa de 10.6%	126	289	-163	2,30

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A60

Costa Rica: Brecha Ingeniería en producción industrial, en operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	142	118	24	0,83
2018	Tasa del 7.61%	122	128	-6	1,05
2019	Tasa del 7.61%	121	138	-17	1,14
2020	Tasa del 7.61%	128	149	-20	1,16
2021	Tasa del 7.61%	124	161	-37	1,30
2022	Tasa del 7.61%	125	173	-49	1,39
2023	Tasa del 7.61%	126	187	-61	1,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

### Cuadro A61

Costa Rica: Brecha Ingeniería aeroespacial, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	-	5	-5	
2018	Tasa del 15%	-	6	-6	
2019	Tasa del 15%	-	7	-7	
2020	Tasa del 15%	-	8	-8	
2021	Tasa del 15%	-	10	-10	
2022	Tasa del 15%	-	11	-11	
2023	Tasa del 15%	-	13	-13	

Fuente: elaboración propia, 2021.

### Cuadro A62

Costa Rica: Brecha Ingeniería aeroespacial, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	-	4	-4	
2018	Tasa de 12.06%	-	5	-5	
2019	Tasa de 12.06%	-	6	-6	
2020	Tasa de 12.06%	-	6	-6	
2021	Tasa de 12.06%	-	7	-7	
2022	Tasa de 12.06%	-	8	-8	
2023	Tasa de 12.06%	-	9	-9	

Fuente: elaboración propia, 2021.

### Cuadro A63

Costa Rica: Brecha Ingeniería aeroespacial, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	-	4	-4	
2018	Tasa de 10.6%	-	4	-4	
2019	Tasa de 10.6%	-	5	-5	
2020	Tasa de 10.6%	-	5	-5	
2021	Tasa de 10.6%	-	6	-6	
2022	Tasa de 10.6%	-	6	-6	
2023	Tasa de 10.6%	-	7	-7	

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A64****Costa Rica: Brecha Ingeniería aeroespacial, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	-	3	-3	
2018	Tasa del 7.61%	-	3	-3	
2019	Tasa del 7.61%	-	3	-3	
2020	Tasa del 7.61%	-	4	-4	
2021	Tasa del 7.61%	-	4	-4	
2022	Tasa del 7.61%	-	4	-4	
2023	Tasa del 7.61%	-	5	-5	

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A65****Costa Rica: Ingeniería mecatrónica, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	44	234	-190	5,33
2018	Tasa del 15%	31	270	-239	8,70
2019	Tasa del 15%	42	310	-268	7,44
2020	Tasa del 15%	39	357	-318	9,17
2021	Tasa del 15%	37	410	-373	11,03
2022	Tasa del 15%	39	472	-432	12,01
2023	Tasa del 15%	38	542	-504	14,11

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A66****Costa Rica: Ingeniería mecatrónica, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	44	189	-145	4,28
2018	Tasa de 12.06%	31	211	-180	6,81
2019	Tasa de 12.06%	42	237	-195	5,68
2020	Tasa de 12.06%	39	265	-226	6,82
2021	Tasa de 12.06%	37	297	-260	7,99
2022	Tasa de 12.06%	39	333	-294	8,49
2023	Tasa de 12.06%	38	373	-335	9,71

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A67****Costa Rica: Brecha en Ingeniería mecatrónica, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	44	166	-122	3,77
2018	Tasa de 10.6%	31	183	-152	5,91
2019	Tasa de 10.6%	42	203	-161	4,86
2020	Tasa de 10.6%	39	224	-185	5,76
2021	Tasa de 10.6%	37	248	-211	6,67
2022	Tasa de 10.6%	39	274	-235	6,99
2023	Tasa de 10.6%	38	303	-265	7,89

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A68****Costa Rica: Brecha en Ingeniería mecatrónica, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	44	124	-80	2,82
2018	Tasa del 7.61%	31	134	-103	4,32
2019	Tasa del 7.61%	42	145	-103	3,47
2020	Tasa del 7.61%	39	156	-117	4,01
2021	Tasa del 7.61%	37	168	-131	4,53
2022	Tasa del 7.61%	39	182	-143	4,63
2023	Tasa del 7.61%	38	196	-158	5,11

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A69****Costa Rica: Brecha en economía, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	142	60	82	0,42
2018	Tasa del 15%	90	69	21	0,77
2019	Tasa del 15%	125	79	45	0,64
2020	Tasa del 15%	119	91	28	0,77
2021	Tasa del 15%	111	105	6	0,94
2022	Tasa del 15%	118	121	-2	1,02
2023	Tasa del 15%	116	139	-23	1,19

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A70****Costa Rica: Brecha en economía, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	142	48	94	0,34
2018	Tasa del 12.06%	90	54	36	0,60
2019	Tasa del 12.06%	125	61	64	0,49
2020	Tasa del 12.06%	119	68	51	0,57
2021	Tasa del 12.06%	111	76	35	0,68
2022	Tasa del 12.06%	118	85	33	0,72
2023	Tasa del 12.06%	116	95	21	0,82

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A71****Costa Rica: Brecha en economía, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	142	42	100	0,30
2018	Tasa del 10.6%	90	47	43	0,52
2019	Tasa del 10.6%	125	52	73	0,42
2020	Tasa del 10.6%	119	57	62	0,48
2021	Tasa del 10.6%	111	63	48	0,57
2022	Tasa del 10.6%	118	70	48	0,59
2023	Tasa del 10.6%	116	78	39	0,67

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A72****Costa Rica: Brecha en economía, con un ajuste del 7.61 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	142	32	110	0,22
2018	Tasa del 7.61%	90	34	56	0,38
2019	Tasa del 7.61%	125	37	88	0,30
2020	Tasa del 7.61%	119	40	79	0,34
2021	Tasa del 7.61%	111	43	68	0,39
2022	Tasa del 7.61%	118	47	72	0,39
2023	Tasa del 7.61%	116	50	66	0,43

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A73****Costa Rica: Brecha en estadística, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	19	5	14	0,29
2018	Tasa del 15%	31	6	25	0,20
2019	Tasa del 15%	23	7	16	0,31
2020	Tasa del 15%	24	8	16	0,34
2021	Tasa del 15%	26	10	17	0,37
2022	Tasa del 15%	24	11	14	0,45
2023	Tasa del 15%	25	13	12	0,50

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A74****Costa Rica: Brecha en estadística, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.06 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	19	4	15	0,23
2018	Tasa del 12.06%	31	5	26	0,16
2019	Tasa del 12.06%	23	6	17	0,24
2020	Tasa del 12.06%	24	6	18	0,25
2021	Tasa del 12.06%	26	7	19	0,26
2022	Tasa del 12.06%	24	8	17	0,32
2023	Tasa del 12.06%	25	9	16	0,35

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A75****Costa Rica: Brecha en estadística, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.6 %, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	19	4	15	0,20
2018	Tasa del 10.6%	31	4	27	0,14
2019	Tasa del 10.6%	23	5	18	0,20
2020	Tasa del 10.6%	24	5	19	0,21
2021	Tasa del 10.6%	26	6	20	0,22
2022	Tasa del 10.6%	24	6	18	0,26
2023	Tasa del 10.6%	25	7	18	0,28

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A76****Costa Rica: Brecha en estadística, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	19	3	16	0,15
2018	Tasa del 7.61%	31	3	28	0,10
2019	Tasa del 7.61%	23	3	20	0,15
2020	Tasa del 7.61%	24	4	21	0,15
2021	Tasa del 7.61%	26	4	22	0,15
2022	Tasa del 7.61%	24	4	20	0,17
2023	Tasa del 7.61%	25	5	20	0,18

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A77****Costa Rica: Brecha en estadística, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	19	114	-95	6,03
2018	Tasa del 15%	31	132	-101	4,25
2019	Tasa del 15%	23	151	-128	6,58
2020	Tasa del 15%	24	174	-150	7,16
2021	Tasa del 15%	26	200	-174	7,67
2022	Tasa del 15%	24	230	-206	9,41
2023	Tasa del 15%	25	265	-240	10,60

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A78 Costa Rica: Brecha en estadística, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	19	92	-73	4,85
2018	Tasa de 12.06%	31	103	-72	3,33
2019	Tasa de 12.06%	23	116	-93	5,03
2020	Tasa de 12.06%	24	130	-105	5,32
2021	Tasa de 12.06%	26	145	-119	5,56
2022	Tasa de 12.06%	24	163	-138	6,65
2023	Tasa de 12.06%	25	182	-157	7,30

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A79****Costa Rica: Brecha en estadística, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	19	81	-62	4,26
2018	Tasa de 10.6%	31	89	-58	2,89
2019	Tasa de 10.6%	23	99	-76	4,30
2020	Tasa de 10.6%	24	109	-85	4,50
2021	Tasa de 10.6%	26	121	-95	4,64
2022	Tasa de 10.6%	24	134	-109	5,47
2023	Tasa de 10.6%	25	148	-123	5,93

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A80****Costa Rica: Brecha en estadística, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	19	61	-42	3,19
2018	Tasa del 7.61%	31	65	-34	2,11
2019	Tasa del 7.61%	23	71	-48	3,07
2020	Tasa del 7.61%	24	76	-52	3,13
2021	Tasa del 7.61%	26	82	-56	3,15
2022	Tasa del 7.61%	24	89	-64	3,63

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A81****Costa Rica: Brecha en matemática, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	10	49	-39	4,91
2018	Tasa del 15%	7	56	-49	8,06
2019	Tasa del 15%	8	65	-57	8,46
2020	Tasa del 15%	8	75	-66	9,08
2021	Tasa del 15%	8	86	-78	11,25
2022	Tasa del 15%	8	99	-91	12,59
2023	Tasa del 15%	8	113	-106	14,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A82****Costa Rica: Brecha en matemática, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	10	39	-29	3,95
2018	Tasa de 12.06%	7	44	-37	6,32
2019	Tasa de 12.06%	8	50	-42	6,46
2020	Tasa de 12.06%	8	56	-47	6,75
2021	Tasa de 12.06%	8	62	-55	8,16
2022	Tasa de 12.06%	8	70	-62	8,89
2023	Tasa de 12.06%	8	78	-70	9,89

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A83****Costa Rica: Brecha en matemática, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	10	35	-25	3,47
2018	Tasa de 10.6%	7	38	-31	5,48
2019	Tasa de 10.6%	8	42	-35	5,53
2020	Tasa de 10.6%	8	47	-39	5,70
2021	Tasa de 10.6%	8	52	-44	6,80
2022	Tasa de 10.6%	8	57	-50	7,32
2023	Tasa de 10.6%	8	63	-56	8,04

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A84****Costa Rica: Brecha en matemática, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	10	26	-16	2,60
2018	Tasa del 7.61%	7	28	-21	4,01
2019	Tasa del 7.61%	8	30	-23	3,95
2020	Tasa del 7.61%	8	33	-24	3,97
2021	Tasa del 7.61%	8	35	-28	4,62
2022	Tasa del 7.61%	8	38	-30	4,85

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A85****Costa Rica: Brecha en matemática, en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	10	11	-1	1,09
2018	Tasa del 15%	7	13	-6	1,79
2019	Tasa del 15%	8	14	-7	1,88
2020	Tasa del 15%	8	17	-8	2,02
2021	Tasa del 15%	8	19	-11	2,50
2022	Tasa del 15%	8	22	-14	2,80
2023	Tasa del 15%	8	25	-17	3,19

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A86****Costa Rica: Brecha en matemática, en operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	10	9	1	0,88
2018	Tasa de 12.06%	7	10	-3	1,40
2019	Tasa de 12.06%	8	11	-3	1,44
2020	Tasa de 12.06%	8	12	-4	1,50
2021	Tasa de 12.06%	8	14	-6	1,81
2022	Tasa de 12.06%	8	15	-8	1,98
2023	Tasa de 12.06%	8	17	-9	2,20

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A87****Costa Rica: Brecha en matemática, en operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	10	8	2	0,77
2018	Tasa de 10.6%	7	9	-2	1,22
2019	Tasa de 10.6%	8	9	-2	1,23
2020	Tasa de 10.6%	8	10	-2	1,27
2021	Tasa de 10.6%	8	12	-4	1,51
2022	Tasa de 10.6%	8	13	-5	1,63
2023	Tasa de 10.6%	8	14	-6	1,79

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A88****Costa Rica: Brecha en matemática, en operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	10	6	4	0,58
2018	Tasa del 7.61%	7	6	1	0,89
2019	Tasa del 7.61%	8	7	1	0,88
2020	Tasa del 7.61%	8	7	1	0,88
2021	Tasa del 7.61%	8	8	-0	1,03
2022	Tasa del 7.61%	8	8	-1	1,08
2023	Tasa del 7.61%	8	9	-1	1,16

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A89****Costa Rica: Brecha en ciencias actuariales, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	8	55	-47	6,81
2018	Tasa del 15%	2	63	-61	31,35
2019	Tasa del 15%	5	72	-67	15,45
2020	Tasa del 15%	5	83	-78	16,96
2021	Tasa del 15%	4	95	-92	24,76
2022	Tasa del 15%	4	110	-105	24,54
2023	Tasa del 15%	4	126	-122	28,64

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A90****Costa Rica: Brecha en ciencias actuariales, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	8	44	-36	5,48
2018	Tasa de 12.06%	2	49	-47	24,56
2019	Tasa de 12.06%	5	55	-50	11,80
2020	Tasa de 12.06%	5	62	-57	12,62
2021	Tasa de 12.06%	4	69	-65	17,95
2022	Tasa de 12.06%	4	77	-73	17,34
2023	Tasa de 12.06%	4	87	-82	19,72

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A91****Costa Rica: Brecha en ciencias actuariales, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	8	39	-31	4,82
2018	Tasa de 10.6%	2	43	-41	21,30
2019	Tasa de 10.6%	5	47	-42	10,10
2020	Tasa de 10.6%	5	52	-47	10,66
2021	Tasa de 10.6%	4	58	-54	14,97
2022	Tasa de 10.6%	4	64	-59	14,27
2023	Tasa de 10.6%	4	71	-66	16,01

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A91****Costa Rica: Brecha en ciencias actuariales, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	8	29	-21	3,61
2018	Tasa del 7.61%	2	31	-29	15,58
2019	Tasa del 7.61%	5	34	-29	7,21
2020	Tasa del 7.61%	5	36	-31	7,42
2021	Tasa del 7.61%	4	39	-35	10,17
2022	Tasa del 7.61%	4	42	-38	9,46
2023	Tasa del 7.61%	4	46	-41	10,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A93****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	25	5	20	0,22
2018	Tasa del 15%	16	6	10	0,39
2019	Tasa del 15%	16	7	8	0,46
2020	Tasa del 15%	19	8	11	0,44
2021	Tasa del 15%	17	10	7	0,57
2022	Tasa del 15%	17	11	6	0,64
2023	Tasa del 15%	18	13	5	0,72

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A94****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	25	4	21	0,18
2018	Tasa del 12.06%	16	5	11	0,31
2019	Tasa del 12.06%	16	6	10	0,35
2020	Tasa del 12.06%	19	6	13	0,33
2021	Tasa del 12.06%	17	7	10	0,41
2022	Tasa del 12.06%	17	8	9	0,45
2023	Tasa del 12.06%	18	9	9	0,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A95****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	25	4	21	0,15
2018	Tasa del 10.6%	16	4	12	0,27
2019	Tasa del 10.6%	16	5	11	0,30
2020	Tasa del 10.6%	19	5	14	0,28
2021	Tasa del 10.6%	17	6	11	0,34
2022	Tasa del 10.6%	17	6	11	0,37
2023	Tasa del 10.6%	18	7	11	0,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A96****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	25	3	22	0,12
2018	Tasa del 7.61%	16	3	13	0,19
2019	Tasa del 7.61%	16	3	12	0,21
2020	Tasa del 7.61%	19	4	15	0,19
2021	Tasa del 7.61%	17	4	13	0,23
2022	Tasa del 7.61%	17	4	13	0,25
2023	Tasa del 7.61%	18	5	13	0,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A97****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	25	5	20	0,22
2018	Tasa del 15%	16	6	10	0,39
2019	Tasa del 15%	16	7	8	0,46
2020	Tasa del 15%	19	8	11	0,44
2021	Tasa del 15%	17	10	7	0,57
2022	Tasa del 15%	17	11	6	0,64
2023	Tasa del 15%	18	13	5	0,72

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A98****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	25	4	21	0,18
2018	Tasa del 12.06%	16	5	11	0,31
2019	Tasa del 12.06%	16	6	10	0,35
2020	Tasa del 12.06%	19	6	13	0,33
2021	Tasa del 12.06%	17	7	10	0,41
2022	Tasa del 12.06%	17	8	9	0,45
2023	Tasa del 12.06%	18	9	9	0,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A99****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	25	4	21	0,15
2018	Tasa del 10.6%	16	4	12	0,27
2019	Tasa del 10.6%	16	5	11	0,30
2020	Tasa del 10.6%	19	5	14	0,28
2021	Tasa del 10.6%	17	6	11	0,34
2022	Tasa del 10.6%	17	6	11	0,37
2023	Tasa del 10.6%	18	7	11	0,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A100****Costa Rica: Brecha en física, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	25	3	22	0,12
2018	Tasa del 7.61%	16	3	13	0,19
2019	Tasa del 7.61%	16	3	12	0,21
2020	Tasa del 7.61%	19	4	15	0,19
2021	Tasa del 7.61%	17	4	13	0,23
2022	Tasa del 7.61%	17	4	13	0,25
2023	Tasa del 7.61%	18	5	13	0,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A101****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	42	44	-2	1,04
2018	Tasa del 15%	34	50	-16	1,48
2019	Tasa del 15%	36	58	-22	1,62
2020	Tasa del 15%	37	66	-29	1,78
2021	Tasa del 15%	36	76	-41	2,14
2022	Tasa del 15%	36	88	-52	2,43
2023	Tasa del 15%	36	101	-65	2,78

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A102****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	42	35	7	0,84
2018	Tasa del 12.06%	34	39	-5	1,16
2019	Tasa del 12.06%	36	44	-8	1,23
2020	Tasa del 12.06%	37	49	-12	1,33
2021	Tasa del 12.06%	36	55	-20	1,55
2022	Tasa del 12.06%	36	62	-26	1,71
2023	Tasa del 12.06%	36	69	-33	1,91

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A103****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	42	31	11	0,73
2018	Tasa del 10.6%	34	34	-0	1,00
2019	Tasa del 10.6%	36	38	-2	1,06
2020	Tasa del 10.6%	37	42	-4	1,12
2021	Tasa del 10.6%	36	46	-10	1,29
2022	Tasa del 10.6%	36	51	-15	1,41
2023	Tasa del 10.6%	36	56	-20	1,55

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A104****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	42	23	19	0,55
2018	Tasa del 7.61%	34	25	9	0,73
2019	Tasa del 7.61%	36	27	9	0,75
2020	Tasa del 7.61%	37	29	8	0,78
2021	Tasa del 7.61%	36	31	4	0,88
2022	Tasa del 7.61%	36	34	2	0,94
2023	Tasa del 7.61%	36	37	-0	1,00

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A105****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	42	22	20	0,52
2018	Tasa del 15%	34	25	9	0,74
2019	Tasa del 15%	36	29	7	0,81
2020	Tasa del 15%	37	33	4	0,89
2021	Tasa del 15%	36	38	-3	1,07
2022	Tasa del 15%	36	44	-8	1,21
2023	Tasa del 15%	36	50	-14	1,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A106****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	42	18	24	0,42
2018	Tasa de 12.06%	34	20	14	0,58
2019	Tasa de 12.06%	36	22	14	0,62
2020	Tasa de 12.06%	37	25	13	0,66
2021	Tasa de 12.06%	36	28	8	0,78
2022	Tasa de 12.06%	36	31	5	0,86
2023	Tasa de 12.06%	36	35	2	0,96

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A107****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	42	15	27	0,37
2018	Tasa de 10.6%	34	17	17	0,50
2019	Tasa de 10.6%	36	19	17	0,53
2020	Tasa de 10.6%	37	21	16	0,56
2021	Tasa de 10.6%	36	23	13	0,65
2022	Tasa de 10.6%	36	26	11	0,71
2023	Tasa de 10.6%	36	28	8	0,78

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A108****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	42	12	30	0,27
2018	Tasa del 7.61%	34	12	22	0,37
2019	Tasa del 7.61%	36	13	22	0,38
2020	Tasa del 7.61%	37	15	23	0,39
2021	Tasa del 7.61%	36	16	20	0,44
2022	Tasa del 7.61%	36	17	19	0,47
2023	Tasa del 7.61%	36	18	18	0,50

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A109****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	42	55	-13	1,30
2018	Tasa del 15%	34	63	-29	1,84
2019	Tasa del 15%	36	72	-36	2,02
2020	Tasa del 15%	37	83	-46	2,23
2021	Tasa del 15%	36	95	-60	2,68
2022	Tasa del 15%	36	110	-73	3,03
2023	Tasa del 15%	36	126	-90	3,47

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A110****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	42	44	-2	1,04
2018	Tasa de 12.06%	34	49	-15	1,44
2019	Tasa de 12.06%	36	55	-19	1,54
2020	Tasa de 12.06%	37	62	-24	1,66
2021	Tasa de 12.06%	36	69	-34	1,94
2022	Tasa de 12.06%	36	77	-41	2,14
2023	Tasa de 12.06%	36	87	-50	2,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A 111****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	42	39	3	0,92
2018	Tasa de 10.6%	34	43	-9	1,25
2019	Tasa de 10.6%	36	47	-11	1,32
2020	Tasa de 10.6%	37	52	-15	1,40
2021	Tasa de 10.6%	36	58	-22	1,62
2022	Tasa de 10.6%	36	64	-28	1,76
2023	Tasa de 10.6%	36	71	-34	1,94

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A112****Costa Rica: Brecha en biotecnología, en operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	42	29	13	0,69
2018	Tasa del 7.61%	34	31	3	0,92
2019	Tasa del 7.61%	36	34	2	0,94
2020	Tasa del 7.61%	37	36	1	0,98
2021	Tasa del 7.61%	36	39	-4	1,10
2022	Tasa del 7.61%	36	42	-6	1,17
2023	Tasa del 7.61%	36	46	-9	1,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A113****Costa Rica: Brecha en microbiología, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	93	5	88	0,06
2018	Tasa del 15%	130	6	124	0,05
2019	Tasa del 15%	128	7	121	0,06
2020	Tasa del 15%	117	8	109	0,07
2021	Tasa del 15%	125	10	116	0,08
2022	Tasa del 15%	124	11	113	0,09
2023	Tasa del 15%	122	13	109	0,10

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A114****Costa Rica: Brecha en microbiología, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	93	4	89	0,05
2018	Tasa del 12.06%	130	5	125	0,04
2019	Tasa del 12.06%	128	6	123	0,04
2020	Tasa del 12.06%	117	6	111	0,05
2021	Tasa del 12.06%	125	7	118	0,06
2022	Tasa del 12.06%	124	8	116	0,06
2023	Tasa del 12.06%	122	9	113	0,07

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A115**

**Costa Rica: Brecha en microbiología, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	93	4	89	0,04
2018	Tasa del 10.6%	130	4	126	0,03
2019	Tasa del 10.6%	128	5	124	0,04
2020	Tasa del 10.6%	117	5	112	0,04
2021	Tasa del 10.6%	125	6	119	0,05
2022	Tasa del 10.6%	124	6	117	0,05
2023	Tasa del 10.6%	122	7	115	0,06

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A116**

**Costa Rica: Brecha en microbiología, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	93	3	90	0,03
2018	Tasa del 7.61%	130	3	127	0,02
2019	Tasa del 7.61%	128	3	125	0,03
2020	Tasa del 7.61%	117	4	113	0,03
2021	Tasa del 7.61%	125	4	121	0,03
2022	Tasa del 7.61%	124	4	119	0,03
2023	Tasa del 7.61%	122	5	117	0,04

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A117**

**Costa Rica: Brecha en microbiología, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	93	38	55	0,41
2018	Tasa del 15%	130	44	86	0,34
2019	Tasa del 15%	128	50	78	0,39
2020	Tasa del 15%	117	58	59	0,50
2021	Tasa del 15%	125	67	58	0,53
2022	Tasa del 15%	124	77	47	0,62
2023	Tasa del 15%	122	88	34	0,72

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A118****Costa Rica: Brecha en microbiología, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	93	31	62	0,33
2018	Tasa de 12.06%	130	34	96	0,26
2019	Tasa de 12.06%	128	39	90	0,30
2020	Tasa de 12.06%	117	43	74	0,37
2021	Tasa de 12.06%	125	48	77	0,39
2022	Tasa de 12.06%	124	54	69	0,44
2023	Tasa de 12.06%	122	61	61	0,50

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A119****Costa Rica: Brecha en microbiología, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	93	27	66	0,29
2018	Tasa de 10.6%	130	30	100	0,23
2019	Tasa de 10.6%	128	33	95	0,26
2020	Tasa de 10.6%	117	36	81	0,31
2021	Tasa de 10.6%	125	40	85	0,32
2022	Tasa de 10.6%	124	45	79	0,36
2023	Tasa de 10.6%	122	49	73	0,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A120****Costa Rica: Brecha en microbiología, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	93	20	73	0,22
2018	Tasa del 7.61%	130	22	108	0,17
2019	Tasa del 7.61%	128	24	105	0,18
2020	Tasa del 7.61%	117	25	92	0,22
2021	Tasa del 7.61%	125	27	98	0,22
2022	Tasa del 7.61%	124	30	94	0,24
2023	Tasa del 7.61%	122	32	90	0,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A121****Costa Rica: Brecha en biología, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	52	11	41	0,21
2018	Tasa del 15%	55	13	42	0,23
2019	Tasa del 15%	60	14	46	0,24
2020	Tasa del 15%	56	17	39	0,30
2021	Tasa del 15%	57	19	38	0,34
2022	Tasa del 15%	58	22	36	0,38
2023	Tasa del 15%	57	25	31	0,44

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A112****Costa Rica: Brecha en biología, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	52	9	43	0,17
2018	Tasa del 12.06%	55	10	45	0,18
2019	Tasa del 12.06%	60	11	49	0,18
2020	Tasa del 12.06%	56	12	43	0,22
2021	Tasa del 12.06%	57	14	43	0,24
2022	Tasa del 12.06%	58	15	42	0,27
2023	Tasa del 12.06%	57	17	39	0,31

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A123****Costa Rica: Brecha en biología, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	52	8	44	0,15
2018	Tasa del 10.6%	55	9	46	0,15
2019	Tasa del 10.6%	60	9	51	0,16
2020	Tasa del 10.6%	56	10	45	0,19
2021	Tasa del 10.6%	57	12	45	0,20
2022	Tasa del 10.6%	58	13	45	0,22
2023	Tasa del 10.6%	57	14	43	0,25

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A124****Costa Rica: Brecha en biología, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	52	6	46	0,11
2018	Tasa del 7.61%	55	6	49	0,11
2019	Tasa del 7.61%	60	7	53	0,11
2020	Tasa del 7.61%	56	7	48	0,13
2021	Tasa del 7.61%	57	8	49	0,14
2022	Tasa del 7.61%	58	8	49	0,15
2023	Tasa del 7.61%	57	9	48	0,16

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A125****Costa Rica: Brecha en ingeniería Química, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	42	33	9	0,78
2018	Tasa del 15%	56	38	18	0,67
2019	Tasa del 15%	50	43	7	0,86
2020	Tasa del 15%	49	50	-0	1,01
2021	Tasa del 15%	52	57	-5	1,10
2022	Tasa del 15%	51	66	-15	1,30
2023	Tasa del 15%	51	76	-25	1,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A126****Costa Rica: Brecha en ingeniería Química, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	42	26	16	0,63
2018	Tasa del 12.06%	56	29	27	0,53
2019	Tasa del 12.06%	50	33	17	0,66
2020	Tasa del 12.06%	49	37	12	0,75
2021	Tasa del 12.06%	52	41	10	0,80
2022	Tasa del 12.06%	51	46	4	0,92
2023	Tasa del 12.06%	51	52	-1	1,03

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A127**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería Química, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	42	23	19	0,55
2018	Tasa del 10.6%	56	26	30	0,46
2019	Tasa del 10.6%	50	28	22	0,56
2020	Tasa del 10.6%	49	31	18	0,63
2021	Tasa del 10.6%	52	35	17	0,67
2022	Tasa del 10.6%	51	38	12	0,76
2023	Tasa del 10.6%	51	42	8	0,84

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A128**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería Química, en ingeniería y tecnología y operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	42	23	19	0,55
2018	Tasa del 7.61%	34	25	9	0,73
2019	Tasa del 7.61%	36	27	9	0,75
2020	Tasa del 7.61%	37	29	8	0,78
2021	Tasa del 7.61%	36	31	4	0,88
2022	Tasa del 7.61%	36	34	2	0,94
2023	Tasa del 7.61%	36	37	-0	1,00

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A129**

**Costa Rica: Brecha en ingeniería química, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	42	76	-34	1,82
2018	Tasa del 15%	56	88	-32	1,57
2019	Tasa del 15%	50	101	-51	2,01
2020	Tasa del 15%	49	116	-67	2,35
2021	Tasa del 15%	52	133	-82	2,57
2022	Tasa del 15%	51	154	-103	3,04
2023	Tasa del 15%	51	177	-126	3,49

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A130****Costa Rica: Brecha en ingeniería química, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	42	61	-19	1,46
2018	Tasa de 12.06%	56	69	-13	1,23
2019	Tasa de 12.06%	50	77	-27	1,53
2020	Tasa de 12.06%	49	86	-37	1,75
2021	Tasa de 12.06%	52	97	-45	1,86
2022	Tasa de 12.06%	51	108	-58	2,15
2023	Tasa de 12.06%	51	122	-71	2,40

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A 131****Costa Rica: Brecha en ingeniería química, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	42	54	-12	1,28
2018	Tasa de 10.6%	56	60	-4	1,07
2019	Tasa de 10.6%	50	66	-16	1,31
2020	Tasa de 10.6%	49	73	-24	1,48
2021	Tasa de 10.6%	52	81	-29	1,55
2022	Tasa de 10.6%	51	89	-39	1,77
2023	Tasa de 10.6%	51	99	-48	1,95

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A132****Costa Rica: Brecha en ingeniería química, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	42	40	2	0,96
2018	Tasa del 7.61%	56	44	12	0,78
2019	Tasa del 7.61%	50	47	3	0,94
2020	Tasa del 7.61%	49	51	-1	1,03
2021	Tasa del 7.61%	52	55	-3	1,06
2022	Tasa del 7.61%	51	59	-9	1,17
2023	Tasa del 7.61%	51	64	-13	1,26

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A133****Costa Rica: Brecha en química, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	83	5	78	0,07
2018	Tasa del 15%	67	6	61	0,09
2019	Tasa del 15%	66	7	58	0,11
2020	Tasa del 15%	72	8	64	0,12
2021	Tasa del 15%	68	10	59	0,14
2022	Tasa del 15%	69	11	58	0,16
2023	Tasa del 15%	70	13	57	0,18

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A134****Costa Rica: Brecha en química, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	83	4	79	0,05
2018	Tasa del 12.06%	67	5	62	0,07
2019	Tasa del 12.06%	66	6	60	0,08
2020	Tasa del 12.06%	72	6	66	0,09
2021	Tasa del 12.06%	68	7	61	0,10
2022	Tasa del 12.06%	69	8	61	0,11
2023	Tasa del 12.06%	70	9	61	0,12

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A135****Costa Rica: Brecha en química, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	83	4	79	0,05
2018	Tasa del 10.6%	67	4	63	0,06
2019	Tasa del 10.6%	66	5	61	0,07
2020	Tasa del 10.6%	72	5	67	0,07
2021	Tasa del 10.6%	68	6	62	0,08
2022	Tasa del 10.6%	69	6	62	0,09
2023	Tasa del 10.6%	70	7	63	0,10

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A136****Costa Rica: Brecha en química, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	83	3	80	0,03
2018	Tasa del 7.61%	67	3	64	0,05
2019	Tasa del 7.61%	66	3	62	0,05
2020	Tasa del 7.61%	72	4	68	0,05
2021	Tasa del 7.61%	68	4	64	0,06
2022	Tasa del 7.61%	69	4	64	0,06
2023	Tasa del 7.61%	70	5	65	0,07

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A137****Costa Rica: Brecha en electromecánica, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	121	60	61	0,50
2018	Tasa del 15%	125	69	56	0,55
2019	Tasa del 15%	190	79	110	0,42
2020	Tasa del 15%	145	91	54	0,63
2021	Tasa del 15%	153	105	48	0,68
2022	Tasa del 15%	163	121	42	0,74
2023	Tasa del 15%	154	139	15	0,90

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A138****Costa Rica: Brecha en electromecánica, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	121	48	73	0,40
2018	Tasa del 12.06%	125	54	71	0,43
2019	Tasa del 12.06%	190	61	129	0,32
2020	Tasa del 12.06%	145	68	77	0,47
2021	Tasa del 12.06%	153	76	77	0,50
2022	Tasa del 12.06%	163	85	77	0,52
2023	Tasa del 12.06%	154	95	58	0,62

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A139****Costa Rica: Brecha en electromecánica, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	121	42	79	0,35
2018	Tasa del 10.6%	125	47	78	0,37
2019	Tasa del 10.6%	190	52	138	0,27
2020	Tasa del 10.6%	145	57	88	0,39
2021	Tasa del 10.6%	153	63	90	0,41
2022	Tasa del 10.6%	163	70	93	0,43
2023	Tasa del 10.6%	154	78	76	0,50

*Fuente:* elaboración propia, 2021.**Cuadro A140****Costa Rica: Brecha en electromecánica, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	121	32	89	0,26
2018	Tasa del 7.61%	125	34	91	0,27
2019	Tasa del 7.61%	190	37	153	0,20
2020	Tasa del 7.61%	145	40	105	0,27
2021	Tasa del 7.61%	153	43	110	0,28
2022	Tasa del 7.61%	163	47	116	0,29
2023	Tasa del 7.61%	154	50	104	0,33

*Fuente:* elaboración propia, 2021.**Cuadro A141****Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	254	104	150	0,41
2018	Tasa del 15%	271	119	152	0,44
2019	Tasa del 15%	250	137	113	0,55
2020	Tasa del 15%	258	158	101	0,61
2021	Tasa del 15%	260	181	79	0,70
2022	Tasa del 15%	256	208	48	0,81
2023	Tasa del 15%	258	240	18	0,93

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A142

**Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	254	83	171	0,33
2018	Tasa del 12.06%	271	93	178	0,34
2019	Tasa del 12.06%	250	105	145	0,42
2020	Tasa del 12.06%	258	117	141	0,45
2021	Tasa del 12.06%	260	131	128	0,51
2022	Tasa del 12.06%	256	147	109	0,57
2023	Tasa del 12.06%	258	165	93	0,64

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A143

**Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	254	73	181	0,29
2018	Tasa del 10.6%	271	81	190	0,30
2019	Tasa del 10.6%	250	90	160	0,36
2020	Tasa del 10.6%	258	99	159	0,38
2021	Tasa del 10.6%	260	110	150	0,42
2022	Tasa del 10.6%	256	121	135	0,47
2023	Tasa del 10.6%	258	134	124	0,52

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A144

**Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ingeniería y tecnología, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	254	55	199	0,22
2018	Tasa del 7.61%	271	59	212	0,22
2019	Tasa del 7.61%	250	64	186	0,26
2020	Tasa del 7.61%	258	69	189	0,27
2021	Tasa del 7.61%	260	74	185	0,29

2022	Tasa del 7.61%	256	80	176	0,31
2023	Tasa del 7.61%	258	87	171	0,34

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A145

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	254	125	129	0,49
2018	Tasa del 15%	271	144	127	0,53
2019	Tasa del 15%	250	166	84	0,66
2020	Tasa del 15%	258	191	68	0,74
2021	Tasa del 15%	260	219	40	0,84
2022	Tasa del 15%	256	252	4	0,99
2023	Tasa del 15%	258	290	-32	1,12

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A146

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	254	101	153	0,40
2018	Tasa de 12.06%	271	113	158	0,42
2019	Tasa de 12.06%	250	127	123	0,51
2020	Tasa de 12.06%	258	142	116	0,55
2021	Tasa de 12.06%	260	159	101	0,61
2022	Tasa de 12.06%	256	178	78	0,70
2023	Tasa de 12.06%	258	200	58	0,77

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A147

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	254	89	165	0,35
2018	Tasa de 10.6%	271	98	173	0,36
2019	Tasa de 10.6%	250	108	142	0,43
2020	Tasa de 10.6%	258	120	138	0,46
2021	Tasa de 10.6%	260	133	127	0,51
2022	Tasa de 10.6%	256	147	109	0,57

2023	Tasa de 10.6%	258	162	96	0,63
------	---------------	-----	-----	----	------

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A148

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	254	66	188	0,26
2018	Tasa del 7.61%	271	72	199	0,26
2019	Tasa del 7.61%	250	77	173	0,31
2020	Tasa del 7.61%	258	83	175	0,32
2021	Tasa del 7.61%	260	90	170	0,35
2022	Tasa del 7.61%	256	97	159	0,38
2023	Tasa del 7.61%	258	105	153	0,41

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A149

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	254	93	161	0,36
2018	Tasa del 15%	271	107	164	0,39
2019	Tasa del 15%	250	123	127	0,49
2020	Tasa del 15%	258	141	117	0,55
2021	Tasa del 15%	260	162	98	0,62
2022	Tasa del 15%	256	186	70	0,73
2023	Tasa del 15%	258	214	44	0,83

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A150

Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 12.06%	254	75	179	0,29
2018	Tasa de 12.06%	271	84	187	0,31
2019	Tasa de 12.06%	250	94	156	0,37
2020	Tasa de 12.06%	258	105	153	0,41
2021	Tasa de 12.06%	260	118	142	0,45
2022	Tasa de 12.06%	256	132	124	0,51
2023	Tasa de 12.06%	258	148	110	0,57

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A151****Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	254	65	189	0,26
2018	Tasa de 10.6%	271	72	199	0,27
2019	Tasa de 10.6%	250	80	170	0,32
2020	Tasa de 10.6%	258	89	170	0,34
2021	Tasa de 10.6%	260	98	162	0,38
2022	Tasa de 10.6%	256	108	148	0,42
2023	Tasa de 10.6%	258	120	138	0,46

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A152****Costa Rica: Brecha en eléctrica y electrónica, en ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	254	49	205	0,19
2018	Tasa del 7.61%	271	53	218	0,20
2019	Tasa del 7.61%	250	57	193	0,23
2020	Tasa del 7.61%	258	62	197	0,24
2021	Tasa del 7.61%	260	67	193	0,26
2022	Tasa del 7.61%	256	72	184	0,28
2023	Tasa del 7.61%	258	78	180	0,30

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A153****Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en operaciones, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	63	33	30	0,52
2018	Tasa del 15%	65	38	27	0,58
2019	Tasa del 15%	76	43	32	0,57
2020	Tasa del 15%	68	50	18	0,73
2021	Tasa del 15%	70	57	12	0,82
2022	Tasa del 15%	71	66	5	0,93
2023	Tasa del 15%	69	76	-6	1,09

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A154****Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en operaciones, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
---------	------	-------------	------------	--------	------------------

2017	Tasa de 12.06%	63	26	37	0,42
2018	Tasa de 12.06%	65	29	36	0,45
2019	Tasa de 12.06%	76	33	43	0,44
2020	Tasa de 12.06%	68	37	31	0,55
2021	Tasa de 12.06%	70	41	28	0,60
2022	Tasa de 12.06%	71	46	25	0,65
2023	Tasa de 12.06%	69	52	17	0,75

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A155

Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en operaciones, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa de 10.6%	63	23	40	0,37
2018	Tasa de 10.6%	65	26	39	0,39
2019	Tasa de 10.6%	76	28	47	0,37
2020	Tasa de 10.6%	68	31	37	0,46
2021	Tasa de 10.6%	70	35	35	0,50
2022	Tasa de 10.6%	71	38	33	0,54
2023	Tasa de 10.6%	69	42	27	0,61

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A156

Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en operaciones, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	63	17	46	0,27
2018	Tasa del 7.61%	65	19	46	0,29
2019	Tasa del 7.61%	76	20	55	0,27
2020	Tasa del 7.61%	68	22	46	0,32
2021	Tasa del 7.61%	70	24	46	0,34
2022	Tasa del 7.61%	71	25	46	0,36
2023	Tasa del 7.61%	69	27	42	0,39

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A157

Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en ingeniería y tecnología y ciencias exactas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	63	38	25	0,61
2018	Tasa del 15%	65	44	21	0,68

2019	Tasa del 15%	76	50	25	0,67
2020	Tasa del 15%	68	58	10	0,85
2021	Tasa del 15%	70	67	3	0,96
2022	Tasa del 15%	71	77	-6	1,08
2023	Tasa del 15%	69	88	-19	1,27

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A158

**Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en ingeniería y tecnología y ciencias exactas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	63	31	32	0,49
2018	Tasa del 12.06%	65	34	31	0,53
2019	Tasa del 12.06%	76	39	37	0,51
2020	Tasa del 12.06%	68	43	25	0,64
2021	Tasa del 12.06%	70	48	21	0,70
2022	Tasa del 12.06%	71	54	17	0,76
2023	Tasa del 12.06%	69	61	9	0,87

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A159

**Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en ingeniería y tecnología y ciencias exactas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	63	27	36	0,43
2018	Tasa del 10.6%	65	30	35	0,46
2019	Tasa del 10.6%	76	33	43	0,44
2020	Tasa del 10.6%	68	36	31	0,54
2021	Tasa del 10.6%	70	40	29	0,58
2022	Tasa del 10.6%	71	45	26	0,63
2023	Tasa del 10.6%	69	49	20	0,71

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A160

**Costa Rica: Brecha en ingeniería mecánica, en ingeniería y tecnología y ciencias exactas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	63	20	43	0,32
2018	Tasa del 7.61%	65	22	43	0,34

2019	Tasa del 7.61%	76	24	52	0,31
2020	Tasa del 7.61%	68	25	42	0,37
2021	Tasa del 7.61%	70	27	42	0,39
2022	Tasa del 7.61%	71	30	41	0,42
2023	Tasa del 7.61%	69	32	38	0,46

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A161

Costa Rica: Brecha en negocios, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	2.116	611	1.505	0,29
2018	Tasa del 15%	2.181	702	1.479	0,32
2019	Tasa del 15%	2.154	808	1.347	0,37
2020	Tasa del 15%	2.150	929	1.222	0,43
2021	Tasa del 15%	2.162	1.068	1.094	0,49
2022	Tasa del 15%	2.156	1.228	927	0,57
2023	Tasa del 15%	2.156	1.412	744	0,66

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A162

Costa Rica: Brecha en negocios, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	2.116	491	1.625	0,23
2018	Tasa del 12.06%	2.181	550	1.631	0,25
2019	Tasa del 12.06%	2.154	617	1.538	0,29
2020	Tasa del 12.06%	2.150	691	1.459	0,32
2021	Tasa del 12.06%	2.162	774	1.388	0,36
2022	Tasa del 12.06%	2.156	868	1.288	0,40
2023	Tasa del 12.06%	2.156	972	1.184	0,45

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A163

Costa Rica: Brecha en negocios, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	2.116	431	1.685	0,20
2018	Tasa del 10.6%	2.181	477	1.704	0,22
2019	Tasa del 10.6%	2.154	528	1.627	0,24
2020	Tasa del 10.6%	2.150	584	1.567	0,27

2021	Tasa del 10.6%	2.162	646	1.516	0,30
2022	Tasa del 10.6%	2.156	714	1.441	0,33
2023	Tasa del 10.6%	2.156	790	1.366	0,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A164

Costa Rica: Brecha en negocios, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	2.116	323	1.793	0,15
2018	Tasa del 7.61%	2.181	349	1.832	0,16
2019	Tasa del 7.61%	2.154	377	1.778	0,17
2020	Tasa del 7.61%	2.150	407	1.744	0,19
2021	Tasa del 7.61%	2.162	439	1.723	0,20
2022	Tasa del 7.61%	2.156	474	1.682	0,22
2023	Tasa del 7.61%	2.156	511	1.645	0,24

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A165

Costa Rica: Brecha en contabilidad, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	1.211	496	715	0,41
2018	Tasa del 15%	1.291	571	720	0,44
2019	Tasa del 15%	1.454	656	798	0,45
2020	Tasa del 15%	1.319	754	564	0,57
2021	Tasa del 15%	1.355	868	487	0,64
2022	Tasa del 15%	1.376	998	378	0,73

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A 166

Costa Rica: Brecha en contabilidad, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	1.211	399	812	0,33
2018	Tasa del 12.06%	1.291	447	844	0,35
2019	Tasa del 12.06%	1.454	501	953	0,34
2020	Tasa del 12.06%	1.319	561	757	0,43
2021	Tasa del 12.06%	1.355	629	726	0,46
2022	Tasa del 12.06%	1.376	705	671	0,51
2023	Tasa del 12.06%	1.350	790	560	0,59

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A167****Costa Rica: Brecha en contabilidad, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	1.211	351	860	0,29
2018	Tasa del 10.6%	1.291	388	903	0,30
2019	Tasa del 10.6%	1.454	429	1.026	0,29
2020	Tasa del 10.6%	1.319	474	844	0,36
2021	Tasa del 10.6%	1.355	525	830	0,39
2022	Tasa del 10.6%	1.376	580	796	0,42
2023	Tasa del 10.6%	1.350	642	708	0,48

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A168****Costa Rica: Brecha en contabilidad, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	1.211	263	948	0,22
2018	Tasa del 7.61%	1.291	283	1.008	0,22
2019	Tasa del 7.61%	1.454	306	1.148	0,21
2020	Tasa del 7.61%	1.319	330	988	0,25
2021	Tasa del 7.61%	1.355	356	998	0,26
2022	Tasa del 7.61%	1.376	385	991	0,28
2023	Tasa del 7.61%	1.350	415	934	0,31

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A169****Costa Rica: Brecha en banca y finanzas, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	817	480	337	0,59
2018	Tasa del 15%	784	552	232	0,70
2019	Tasa del 15%	820	634	186	0,77
2020	Tasa del 15%	807	730	77	0,90
2021	Tasa del 15%	804	839	-35	1,04
2022	Tasa del 15%	810	965	-155	1,19
2023	Tasa del 15%	807	1.110	-303	1,37

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A170****Costa Rica: Brecha en banca y finanzas, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
---------	------	-------------	------------	--------	------------------

2017	Tasa del 12.06%	817	386	431	0,47
2018	Tasa del 12.06%	784	432	352	0,55
2019	Tasa del 12.06%	820	484	336	0,59
2020	Tasa del 12.06%	807	543	264	0,67
2021	Tasa del 12.06%	804	608	195	0,76
2022	Tasa del 12.06%	810	682	129	0,84
2023	Tasa del 12.06%	807	764	43	0,95

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A171

**Costa Rica: Brecha en banca y finanzas, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	817	339	478	0,41
2018	Tasa del 10.6%	784	375	409	0,48
2019	Tasa del 10.6%	820	415	406	0,51
2020	Tasa del 10.6%	807	459	348	0,57
2021	Tasa del 10.6%	804	507	297	0,63
2022	Tasa del 10.6%	810	561	249	0,69
2023	Tasa del 10.6%	807	621	187	0,77

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A172

**Costa Rica: Brecha en banca y finanzas, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	817	254	563	0,31
2018	Tasa del 7.61%	784	274	510	0,35
2019	Tasa del 7.61%	820	296	524	0,36
2020	Tasa del 7.61%	807	319	488	0,40
2021	Tasa del 7.61%	804	345	459	0,43
2022	Tasa del 7.61%	810	372	438	0,46
2023	Tasa del 7.61%	807	402	405	0,50

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A173

**Costa Rica: Brecha en comercio y negocios internacionales, con un ajuste del 15%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	138	5	133	0,04
2018	Tasa del 15%	153	6	147	0,04

2019	Tasa del 15%	161	7	153	0,04
2020	Tasa del 15%	151	8	142	0,06
2021	Tasa del 15%	155	10	145	0,06
2022	Tasa del 15%	155	11	144	0,07
2023	Tasa del 15%	154	13	141	0,08

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A174

**Costa Rica: Brecha en comercio y negocios internacionales, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	138	4	134	0,03
2018	Tasa del 12.06%	153	5	148	0,03
2019	Tasa del 12.06%	161	6	155	0,03
2020	Tasa del 12.06%	151	6	144	0,04
2021	Tasa del 12.06%	155	7	148	0,04
2022	Tasa del 12.06%	155	8	148	0,05
2023	Tasa del 12.06%	154	9	145	0,06

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A175

**Costa Rica: Brecha en comercio y negocios internacionales, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	138	4	134	0,03
2018	Tasa del 10.6%	153	4	149	0,03
2019	Tasa del 10.6%	161	5	156	0,03
2020	Tasa del 10.6%	151	5	145	0,03
2021	Tasa del 10.6%	155	6	149	0,04
2022	Tasa del 10.6%	155	6	149	0,04
2023	Tasa del 10.6%	154	7	146	0,05

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A176

**Costa Rica: Brecha en comercio y negocios internacionales, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.**

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	138	3	135	0,02
2018	Tasa del 7.61%	153	3	150	0,02
2019	Tasa del 7.61%	161	3	157	0,02
2020	Tasa del 7.61%	151	4	147	0,02

2021	Tasa del 7.61%	155	4	151	0,03
2022	Tasa del 7.61%	155	4	151	0,03
2023	Tasa del 7.61%	154	5	149	0,03

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A177

Costa Rica: Brecha recursos humanos, con un ajuste del 15%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 15%	768	114	654	0,15
2018	Tasa del 15%	760	132	628	0,17
2019	Tasa del 15%	808	151	657	0,19
2020	Tasa del 15%	779	174	605	0,22
2021	Tasa del 15%	782	200	582	0,26
2022	Tasa del 15%	790	230	559	0,29
2023	Tasa del 15%	784	265	519	0,34

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A178

Costa Rica: Brecha recursos humanos, con un ajuste del 12.06%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 12.06%	768	92	676	0,12
2018	Tasa del 12.06%	760	103	657	0,14
2019	Tasa del 12.06%	808	116	692	0,14
2020	Tasa del 12.06%	779	130	649	0,17
2021	Tasa del 12.06%	782	145	637	0,19
2022	Tasa del 12.06%	790	163	627	0,21
2023	Tasa del 12.06%	784	182	601	0,23

Fuente: elaboración propia, 2021.

#### Cuadro A179

Costa Rica: Brecha recursos humanos, con un ajuste del 10.6%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 10.6%	768	81	687	0,11
2018	Tasa del 10.6%	760	89	671	0,12
2019	Tasa del 10.6%	808	99	709	0,12
2020	Tasa del 10.6%	779	109	669	0,14
2021	Tasa del 10.6%	782	121	661	0,15
2022	Tasa del 10.6%	790	134	656	0,17
2023	Tasa del 10.6%	784	148	635	0,19

Fuente: elaboración propia, 2021.

### Cuadro A180

Costa Rica: Brecha recursos humanos, con un ajuste del 7.61%, 2017-2023.

Período	Tasa	Oferta País	Demanda ZF	Brecha	Demanda Relativa
2017	Tasa del 7.61%	768	61	707	0,08
2018	Tasa del 7.61%	760	65	695	0,09
2019	Tasa del 7.61%	808	71	737	0,09
2020	Tasa del 7.61%	779	76	702	0,10
2021	Tasa del 7.61%	782	82	700	0,11
2022	Tasa del 7.61%	790	89	701	0,11
2023	Tasa del 7.61%	784	96	688	0,12

Fuente: elaboración propia, 2021.

### Cuadro A181

Brecha absoluta acumulada 2017-2023

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
Ingeniería	Computación	-19145	-12979	-10250	-5812
Exactas	Computación	-19526	-13200	-10517	-6019
Operaciones	Computación	-19085	-12934	-10213	-5787
Ingeniería	Ingeniería Industrial	-7285	-3970	-2504	-117
Exactas	Ingeniería Industrial	-4150	-1665	-567	1220
Operaciones	Ingeniería Industrial	-4691	-2065	-903	989
Operaciones	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	-24	88	138	218
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	57	187	242	334
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Materiales	-85	-23	7	53
Operaciones	Ingeniería en Materiales	-508	-331	-253	-127
(Ingeniería)	Ingeniería en Calidad	-1786	-1257	-1023	-643
Exactas	Ingeniería en Calidad	-1665	-1167	-949	-590
Operaciones	Ingeniería en Calidad	-2269	-1611	-1320	-848
Exactas	Ingeniería en Manufactura	-619	-221	-42	245
Ingeniería	Ingeniería en Manufactura	-740	-309	-117	194
Operaciones	Ingeniería en Manufactura	-1587	-929	-638	-166
General	Ingeniería Mecatrónica	-2325	-1635	-1331	-835
General	Ingeniería Aeroespacial	-60	-45	-37	-26
General	Economía	157	334	412	538
Ingeniería	Estadística	112	127	135	146
Exactas	Estadística	-1094	-759	-609	-368
Exactas	Matemática	-486	-342	-277	-174
Operaciones	Matemática	-64	-31	-18	6
Exactas	Ciencias Actuariales	-572	-411	-342	-225
General	Física	68	83	91	102
Ingeniería	Biología	-226	-96	-41	51

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
Exactas	Biotecnología	16	78	108	154
Operaciones	Biotecnología	-347	-186	-117	0
Ingeniería y Operaciones	Microbiología	779	794	802	813
Exactas	Microbiología	417	529	579	659
General	Biología	274	307	320	344
Ingeniería y operaciones	Ingeniería Química	-12	87	128	197
Exactas	Ingeniería Química	-494	-269	-171	-9
General	Química	435	450	458	469
General	Ingeniería Electromecánica	387	564	642	768
Ingeniería	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	660	966	1099	1319
Operaciones	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	420	787	950	1217
Exactas	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	781	1051	1175	1369
Operaciones	Ingeniería Mecánica	119	218	259	328
Ingeniería y Exactas	Ingeniería Mecánica	60	172	222	302
General	Negocios	8317	10112	10905	12195
General	Contabilidad	3663	5324	5967	7018
General	Banca y finanzas	339	1750	2372	3387
General	Comercio y Negocios internacionales	1007	1022	1030	1041
General	Recursos Humanos	4205	4540	4690	4931
General	Marketing	231	566	716	957
General	Producción Digital	134	149	157	168
General	Ingeniería en Diseño Industrial	103	118	126	137
General	Ingeniería Telemática	85	100	108	119
General	Diseño Gráfico	57	187	242	334
General	Comunicación	810	971	1040	1157
General	Relaciones públicas e internacionales	1499	1532	1545	1569
General	Derecho	8891	8990	9031	9100
General	Odontología	1052	1085	1098	1122
General	Farmacología	1854	1887	1900	1924

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A181**  
**[Brecha relativa acumulada 2017-2023]**

Escenario	Formación	15%	12%	10.6%	7.6%
General	Ingeniería Aeroespacial	inf	inf	inf	inf
General	Ciencias Actuariales	18,88	13,84	11,69	8,03
Operaciones	Ingeniería en Calidad	12,01	8,82	7,41	5,12
Ingeniería	Ingeniería en Calidad	9,67	7,10	5,97	4,12
General	Ingeniería Mecatrónica	9,61	7,06	5,93	4,09
Exactas	Matemática	9,53	7,00	5,86	4,05
Exactas	Ingeniería en Calidad	9,08	6,67	5,61	3,86
Exactas	Estadística	7,36	5,41	4,54	3,14
Exactas	Computación	5,76	4,23	3,56	2,45
Ingeniería	Computación	5,69	4,18	3,51	2,42
Operaciones	Computación	5,67	4,17	3,50	2,42
Operaciones	Ingeniería en Materiales	4,26	3,12	2,62	1,81
Operaciones	Ingeniería en Manufactura	2,79	2,05	1,72	1,19
Exactas	Ingeniería Química	2,41	1,77	1,49	1,03
Ingeniería	Ingeniería Industrial	2,40	1,76	1,48	1,02
Operaciones	Biotecnología	2,35	1,72	1,46	1,00
Operaciones	Matemática	2,12	1,54	1,32	0,89
Operaciones	Ingeniería Industrial	1,90	1,40	1,17	0,81
Ingeniería	Biotecnología	1,88	1,37	1,16	0,80
Ingeniería	Ingeniería en Manufactura	1,83	1,35	1,13	0,78
Exactas	Ingeniería Industrial	1,80	1,32	1,11	0,77
Exactas	Ingeniería en Manufactura	1,70	1,25	1,05	0,72
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Materiales	1,54	1,15	0,96	0,66
Operaciones	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	1,06	0,78	0,65	0,45
Ingeniería y operaciones	Ingeniería Química	1,03	0,75	0,64	0,44
Exactas	Biotecnología	0,94	0,70	0,58	0,40
General	Banca y finanzas	0,94	0,69	0,58	0,40
Ingeniería y Exactas	Ingeniería en Mantenimiento Industrial	0,89	0,65	0,55	0,38
General	Diseño Gráfico	0,89	0,65	0,55	0,38

<b>Escenario</b>	<b>Formación</b>	<b>15%</b>	<b>12%</b>	<b>10.6%</b>	<b>7.6%</b>
Ingeniería y Exactas	Ingeniería Mecánica	0,88	0,64	0,54	0,37
General	Marketing	0,85	0,62	0,52	0,36
General	Economía	0,81	0,59	0,50	0,34
Operaciones	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	0,77	0,56	0,47	0,33
Operaciones	Ingeniería Mecánica	0,75	0,55	0,46	0,32
General	Ingeniería Electromecánica	0,63	0,46	0,39	0,27
Ingeniería	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	0,63	0,46	0,39	0,27
Exactas	Ingeniería Eléctrica y Electrónica	0,57	0,42	0,35	0,24
General	Contabilidad	0,54	0,43	0,36	0,25
Exactas	Microbiología	0,50	0,37	0,31	0,21
General	Física	0,47	0,35	0,29	0,20
General	Negocios	0,45	0,33	0,28	0,19
General	Comunicación	0,43	0,31	0,26	0,18
General	Ingeniería Telemática	0,41	0,31	0,26	0,18
General	Ingeniería en Diseño Industrial	0,37	0,28	0,23	0,16
Ingeniería	Estadística	0,35	0,26	0,22	0,15
General	Biología	0,31	0,22	0,19	0,13
General	Producción Digital	0,31	0,23	0,19	0,13
General	Recursos Humanos	0,23	0,17	0,14	0,10
General	Química	0,12	0,09	0,07	0,05
General	Odontología	0,10	0,08	0,06	0,04
Ingeniería y Operaciones	Microbiología	0,07	0,05	0,04	0,03
General	Relaciones públicas e internacionales	0,07	0,05	0,05	0,03
General	Comercio y Negocios internacionales	0,06	0,04	0,03	0,02
General	Farmacia	0,06	0,04	0,04	0,03
General	Derecho	0,04	0,03	0,02	0,02

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A182****Brecha absoluta acumulada en escenario de clústeres 2017 - 2023**

<b>Clúster</b>	<b>15 %</b>	<b>12 %</b>	<b>10.6%</b>	<b>7.61%</b>
Computación	-17.112	-11.506	-9.026	-4.991
Economía y Exactas Cuantitativas	-7.524	-5.266	-4.267	-2.641
Industrial	-4.473	-1.799	-615	1.310
Calidad, Manufactura y Materiales	-3.269	-2.179	-1.698	-914
Mecatrónica y Aeroespacial	-2.384	-1.679	-1.368	-860
Diseño	-426	-169	-56	128
Telemática	85	102	109	120
Producción digital	133	149	156	168
Química	422	535	584	665
Bioingenierías y BioCiencias	424	680	793	978
Electroingenierías	687	1.391	1.703	2.210
Ingeniería en SSO	719	783	811	858
Odontología	1.051	1.083	1.097	1.120
Marketing y Comunicación	1.462	1.847	2.017	2.294
Farmacia	1.855	1.887	1.901	1.924
Negocios	21.291	25.359	27.159	30.087

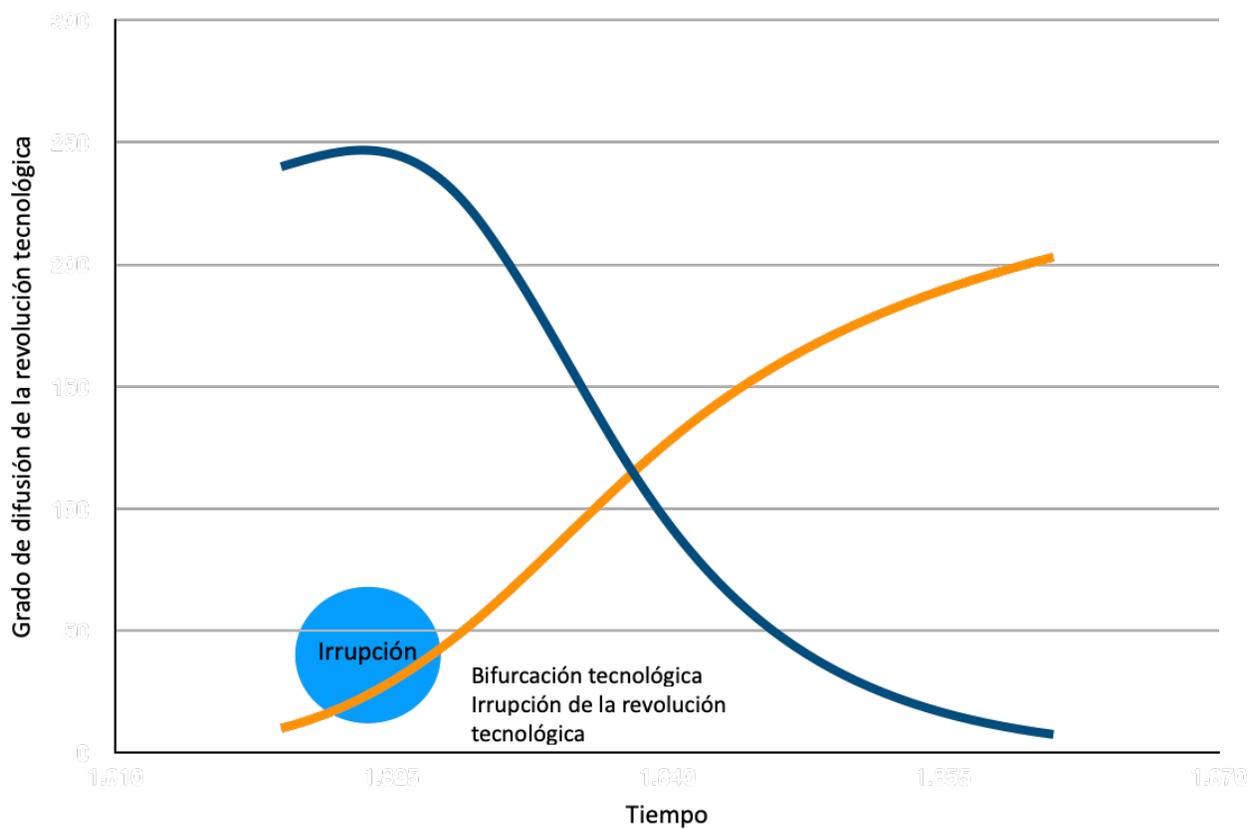
Fuente: elaboración propia, 2021.

**Cuadro A183****Brecha relativa acumulada en escenario de clústeres 2017 - 2023**

<b>Tasa</b>	<b>15 %</b>	<b>12,06 %</b>	<b>10,6 %</b>	<b>7,61 %</b>
Mecatrónica	9,8	7,2	6,1	4,2
Economía y exactas cuantitativas	8,7	6,4	5,3	3,7
computación	5,3	3,9	3,3	2,2
Calidad	4,9	3,6	3,0	2,1
Industrial	1,8	1,3	1,1	0,8
Electroingeniería	0,8	0,6	0,5	0,3
BiIngenierías y BioCiencias	0,7	0,5	0,4	0,3
Marketing	0,5	0,4	0,3	0,2
Química	0,5	0,4	0,3	0,2
Negocios	0,4	0,3	0,3	0,2

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Gráfico A1**  
**Forma de las revoluciones tecnológicas.**



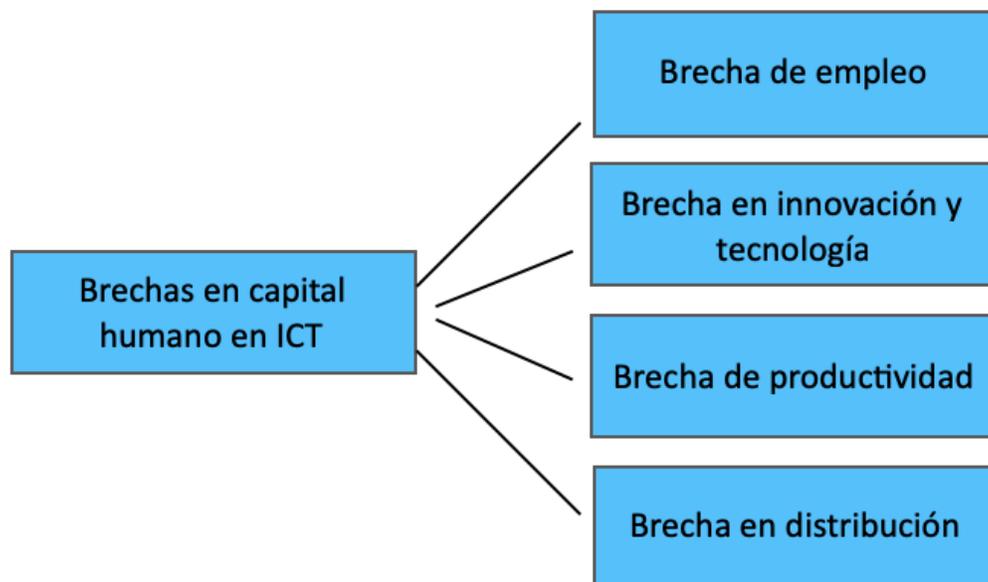
Fuente: elaboración propia con base en Pérez (2005).

**Gráfico A2.**

**Capacidades tecnológicas de una nación, región o industria por intensidad en conocimiento.**

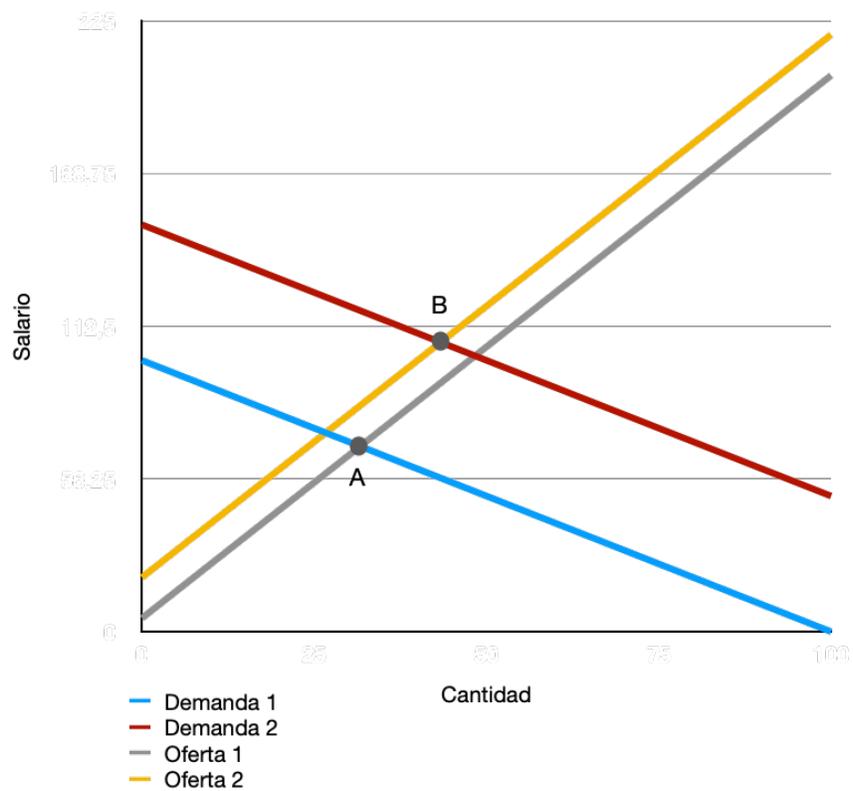


*Fuente:* elaboración propia con base en Ricken y Maltcotsis (2016).

**Gráfico A3****Repercusiones de brechas en capital humano en ingeniería, ciencia y tecnología**

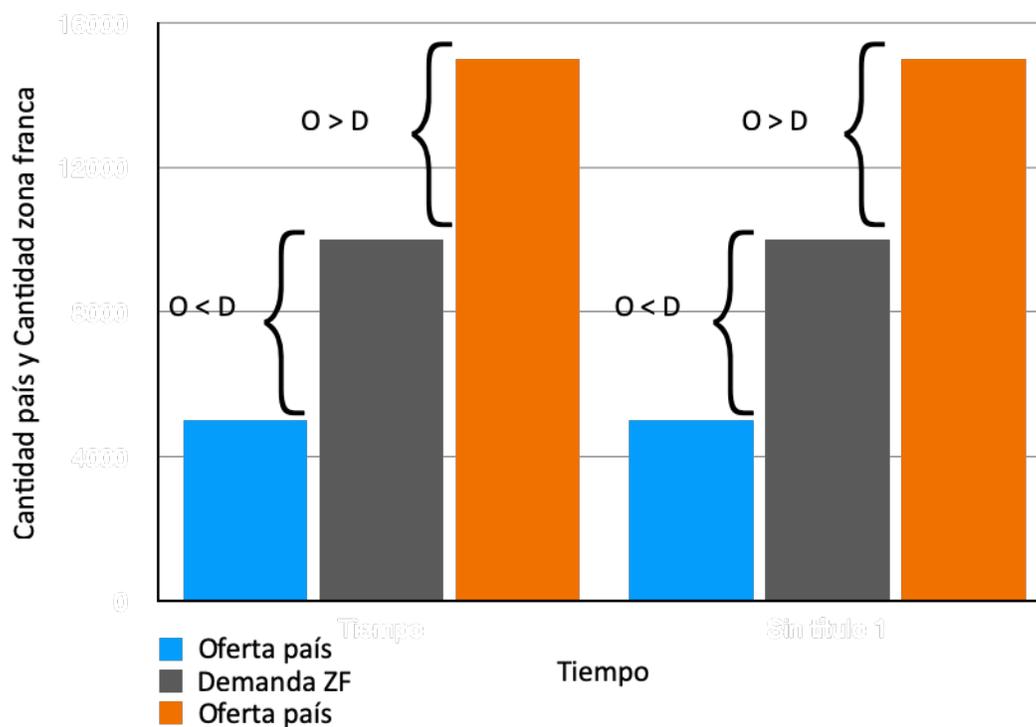
*Fuente:* elaboración propia de acuerdo con CEPAL (2016).

**Gráfico A4**  
**Representación del equilibrio parcial Marshalliano.**



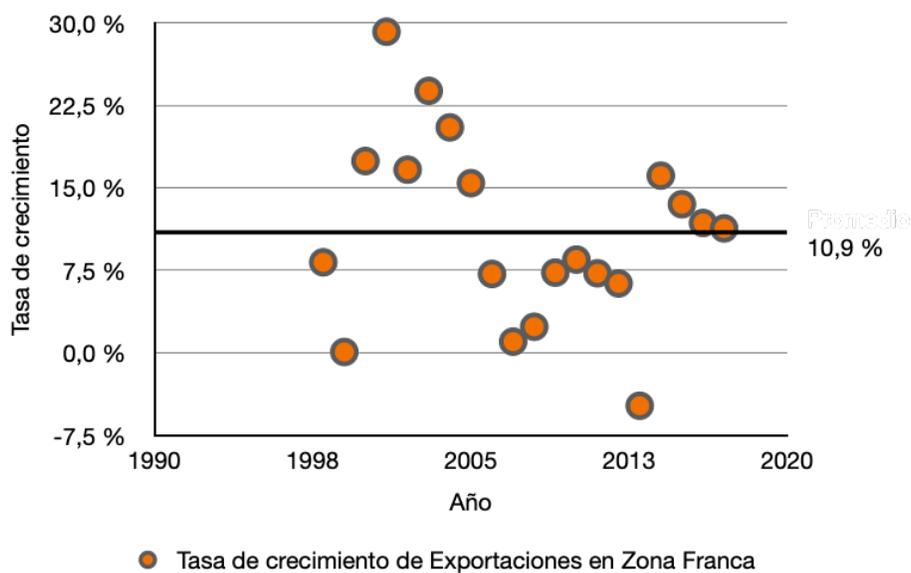
Fuente: elaboración propia, 2021.

**Gráfico A5**  
Identificación de la brecha entre oferta y demanda



Fuente: elaboración propia, 2021.

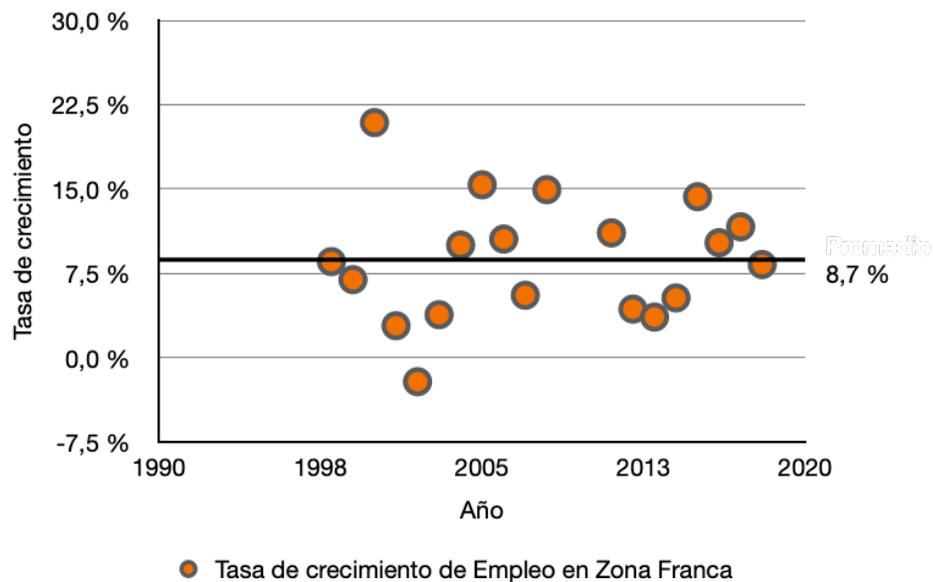
**Gráfica A6**  
Costa Rica: Tasa de crecimiento de las exportaciones reales en zona franca sin efecto INTEL, 1998-2019.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de BBCR (2020), PROCOMER (2020) y CINDE (2019).

Gráfico A7

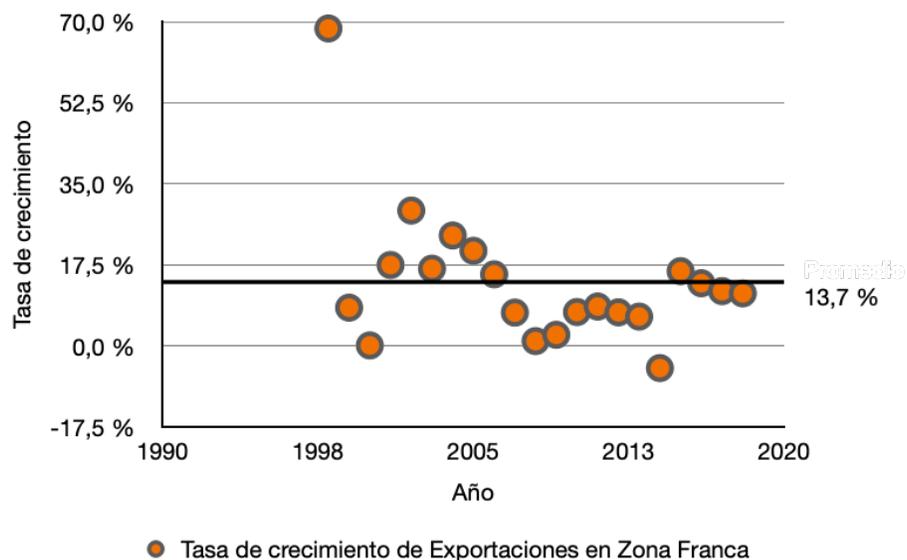
Costa Rica: Tasa de crecimiento del empleo en zona franca sin efecto INTEL, 1998-2019.



Fuente: elaboración propia con datos de PROCOMER (2021); BCCR (2021); CINDE (2017a).

Gráfico A8

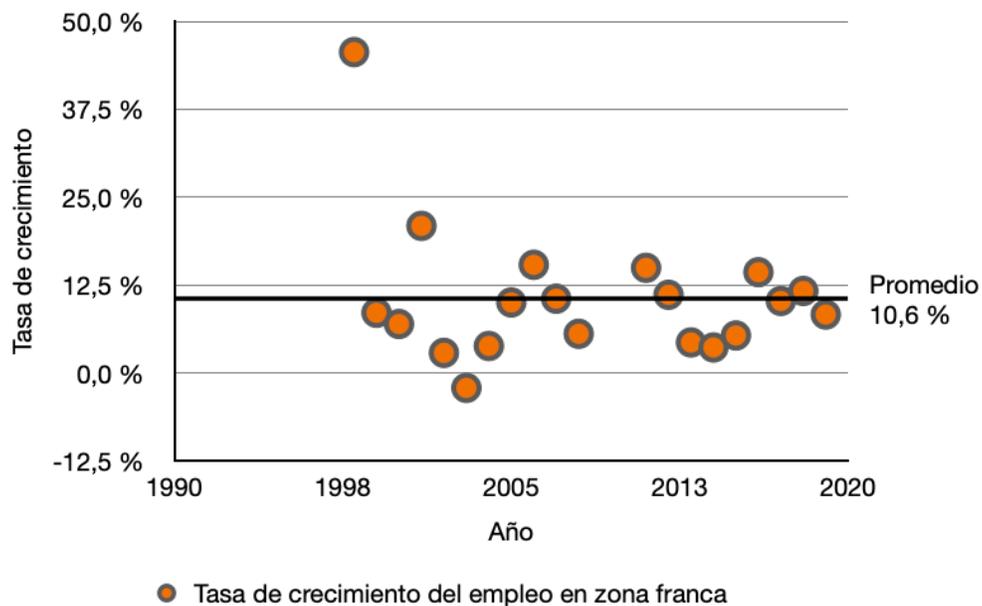
Costa Rica: Tasa de crecimiento de las exportaciones reales en zona franca con efecto INTEL, 1998-2019.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de BCCR (2020), PROCOMER (2020) y CINDE (2019).

Gráfico A9

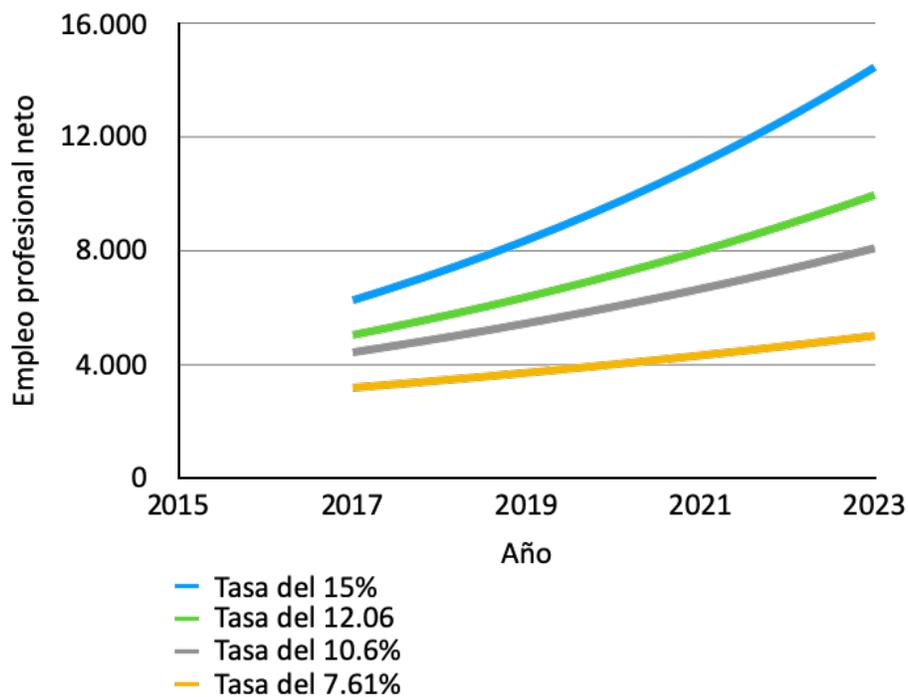
Costa Rica: Tasa de crecimiento de las exportaciones reales en zona franca con efecto INTEL, 1998-2019.



Fuente: elaboración propia a partir de datos de BCCR (2020), PROCOMER (2020) y CINDE (2019).

Gráfico A10

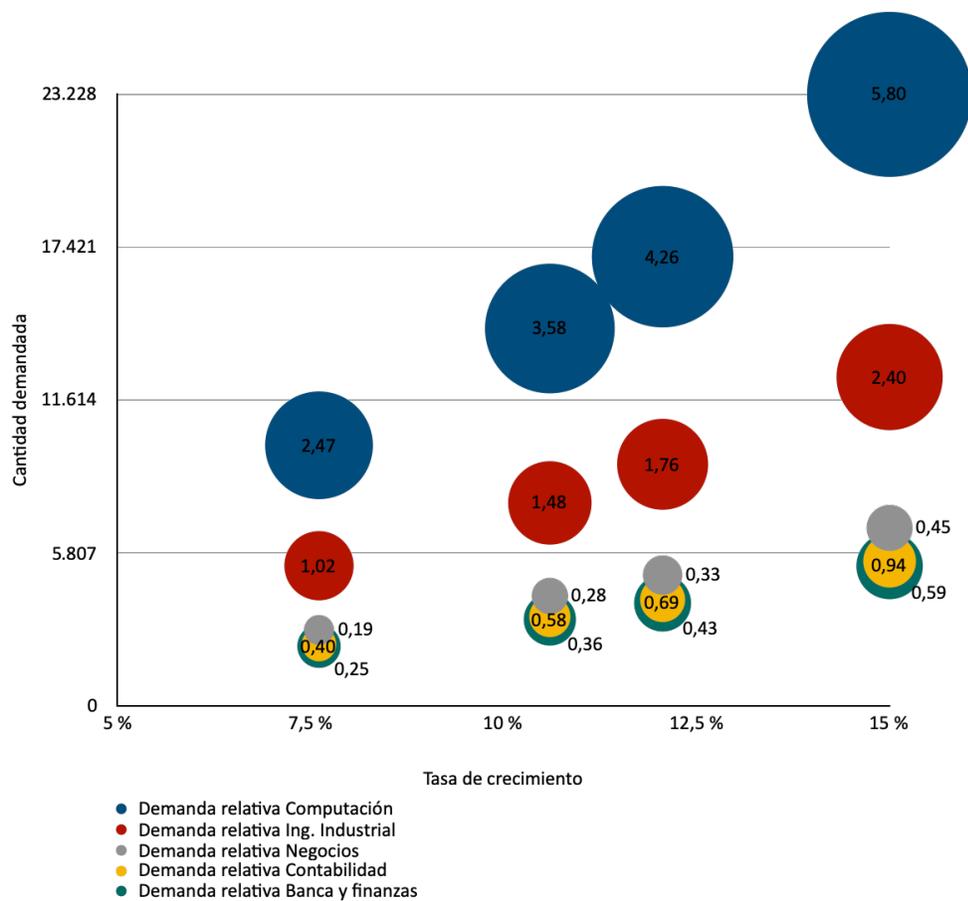
Costa Rica: Ritmo de aceleración de la demanda efectiva de profesionales (O = D), según tasa de crecimiento ajustada, 1998-2019.



Fuente: elaboración propia, 2021.

**Gráfico A11**

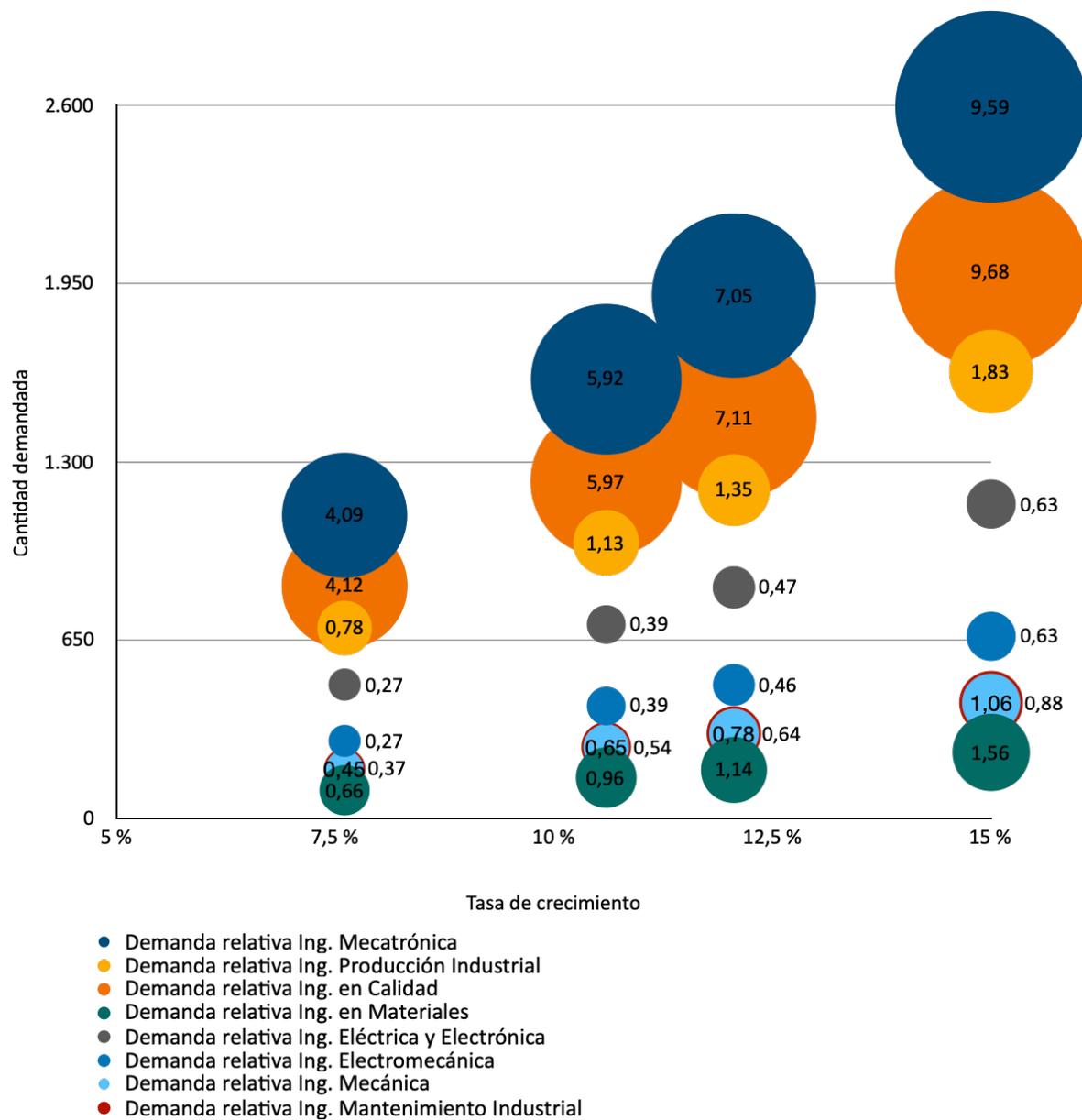
**Brechas acumuladas: Ciencias de la computación, Industrial y negocios**



Fuente: elaboración propia, 2021.

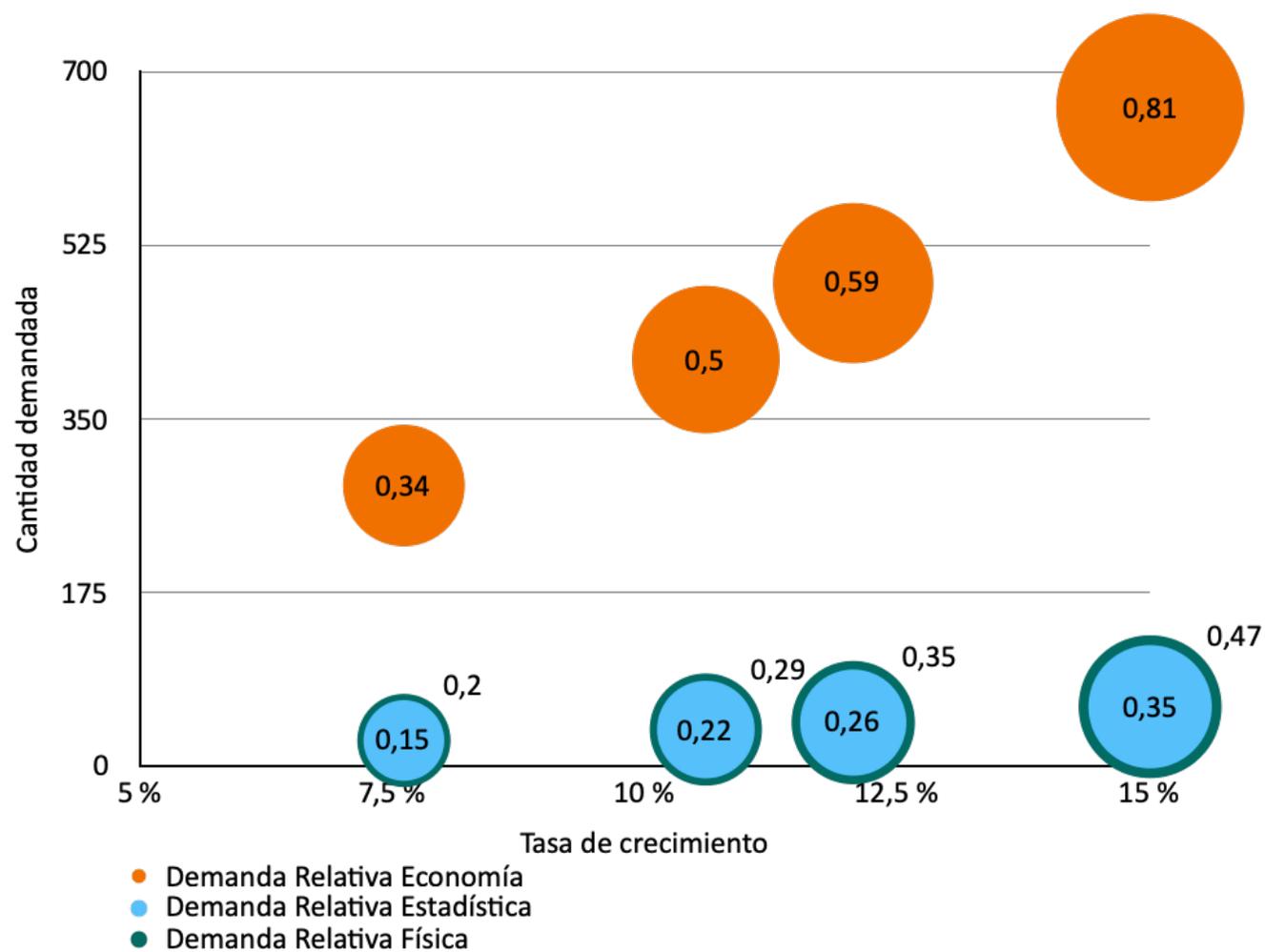
Gráfico A12

Brechas acumuladas: Calidad, Producción Industrial, Materiales y Mecatrónica, electromecánica, eléctrica y electrónica, mecánica, mantenimiento industrial



Fuente: elaboración propia, 2021.

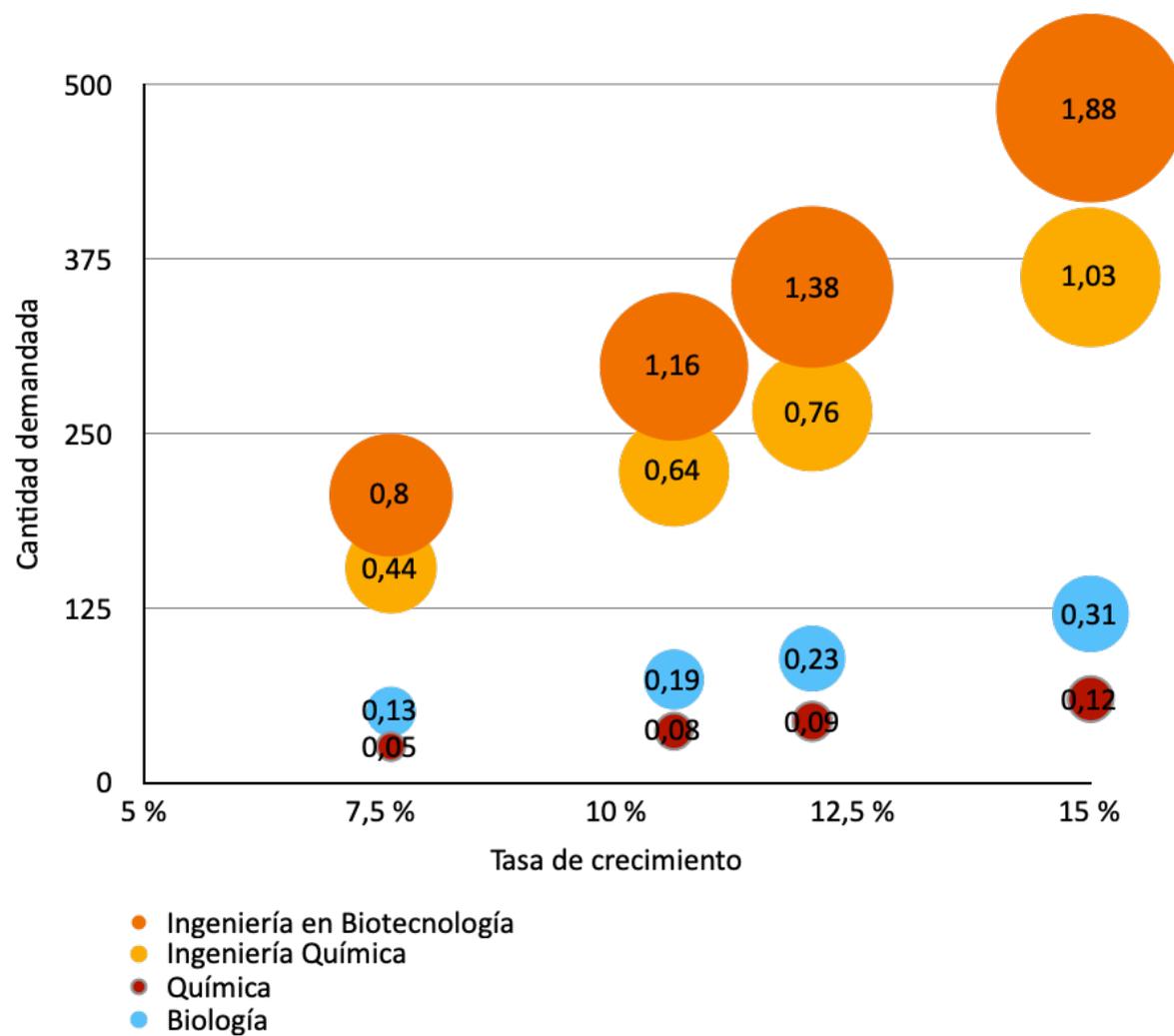
**Gráfico A13**  
**Brechas acumuladas: Economía y Exactas cuantitativas**



Fuente: elaboración propia, 2021.

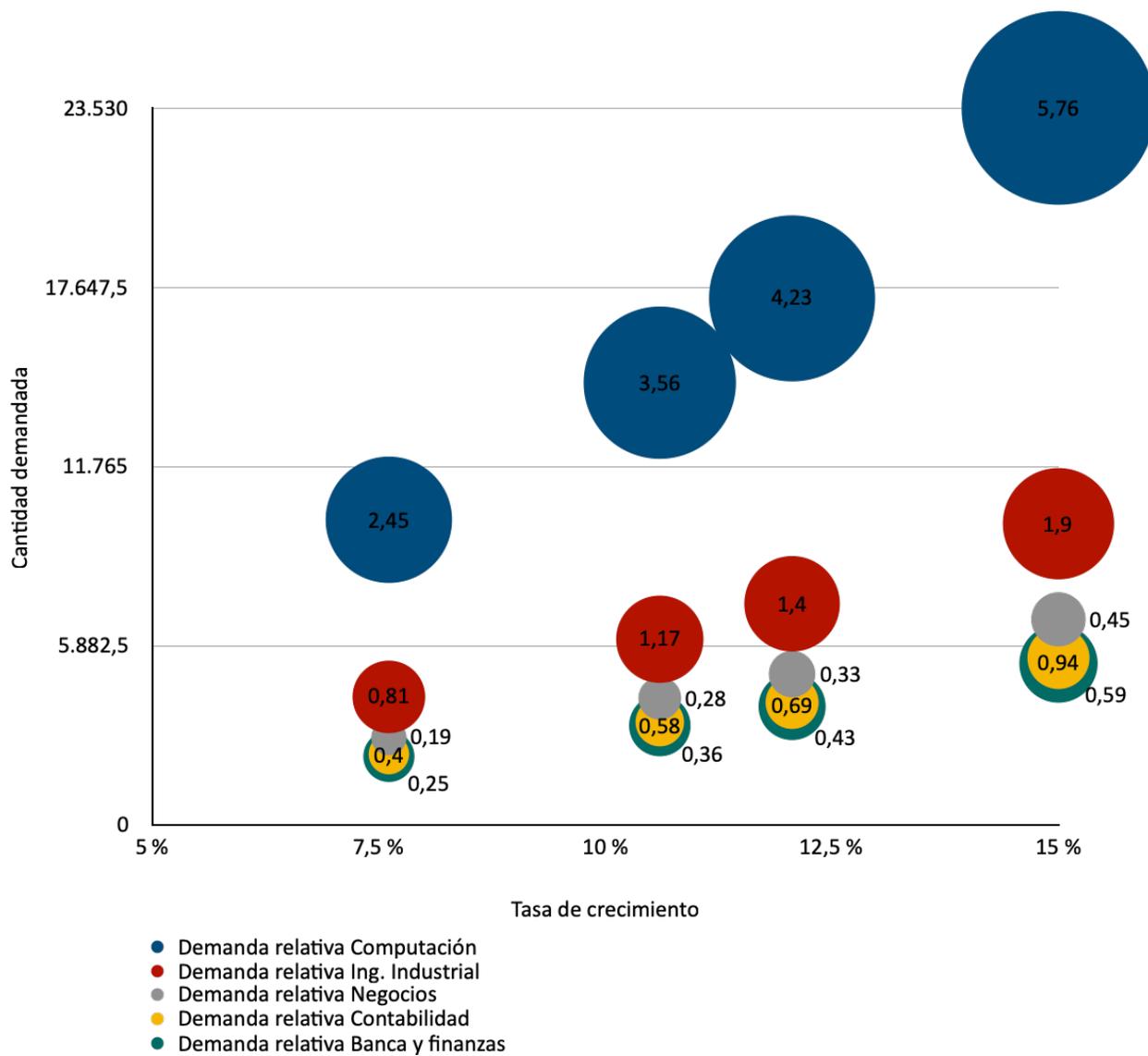
Gráfico A14

Brechas acumuladas: BioIngenierías, Biociencias y Química



Fuente: elaboración propia, 2021.

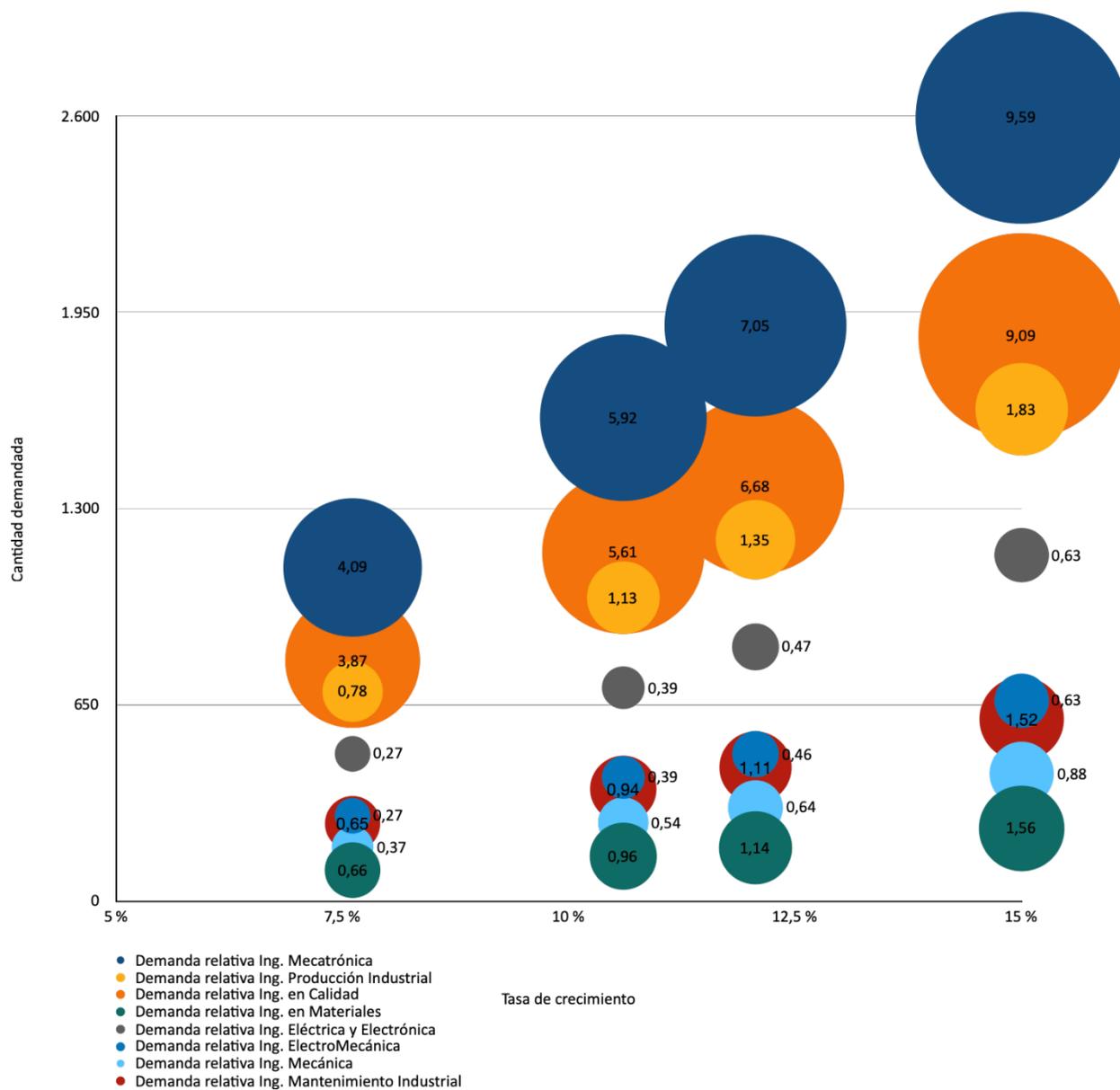
**Gráfico A15**  
**Brechas acumuladas: Ciencias Exactas**



Fuente: elaboración propia, 2021.

**Gráfico A16**

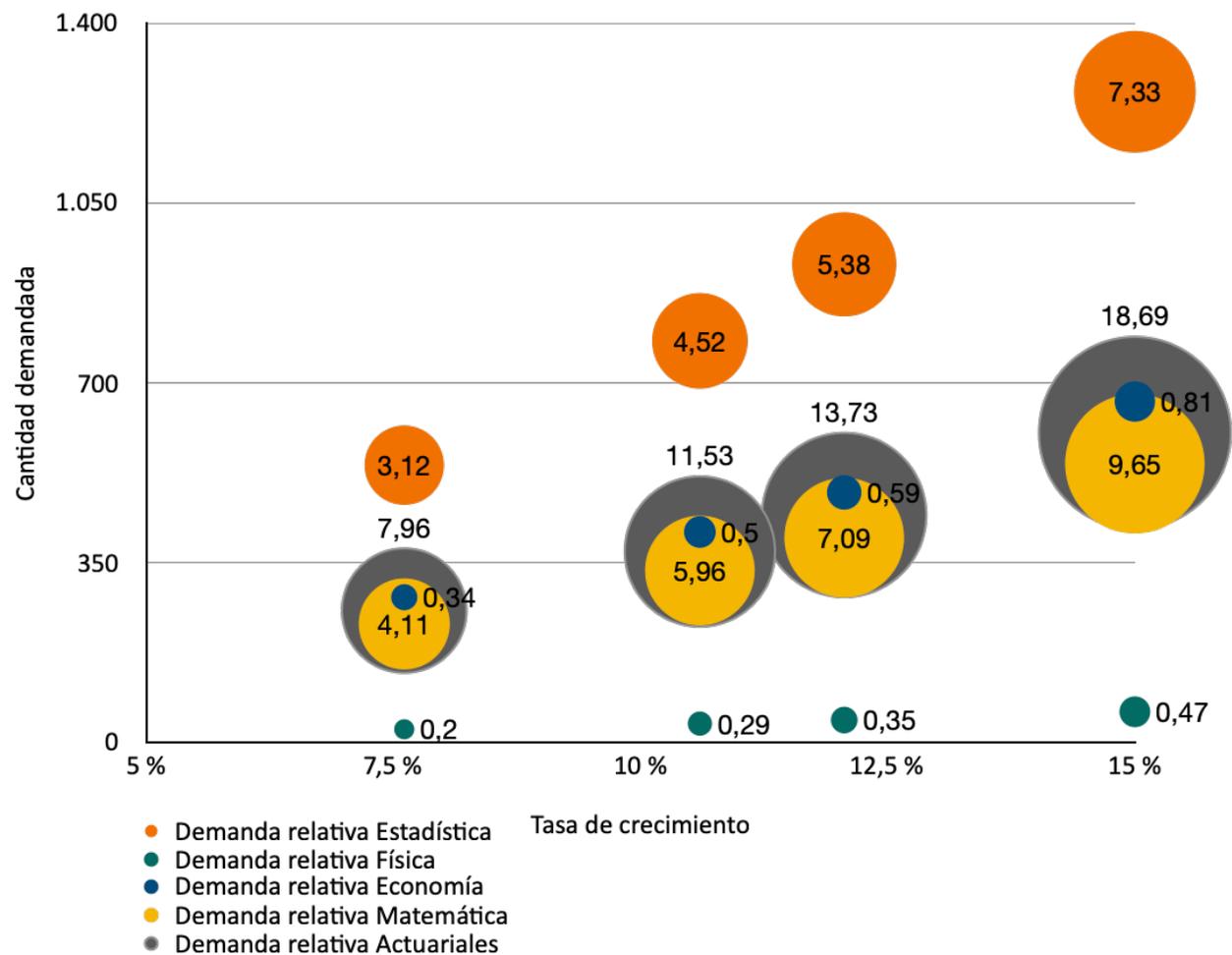
**Brechas acumuladas: Calidad, Producción Industrial, Materiales y Mecatrónica, electromecánica, eléctrica y electrónica, mecánica, mantenimiento industrial**



Fuente: elaboración propia, 2021.

Gráfico A17

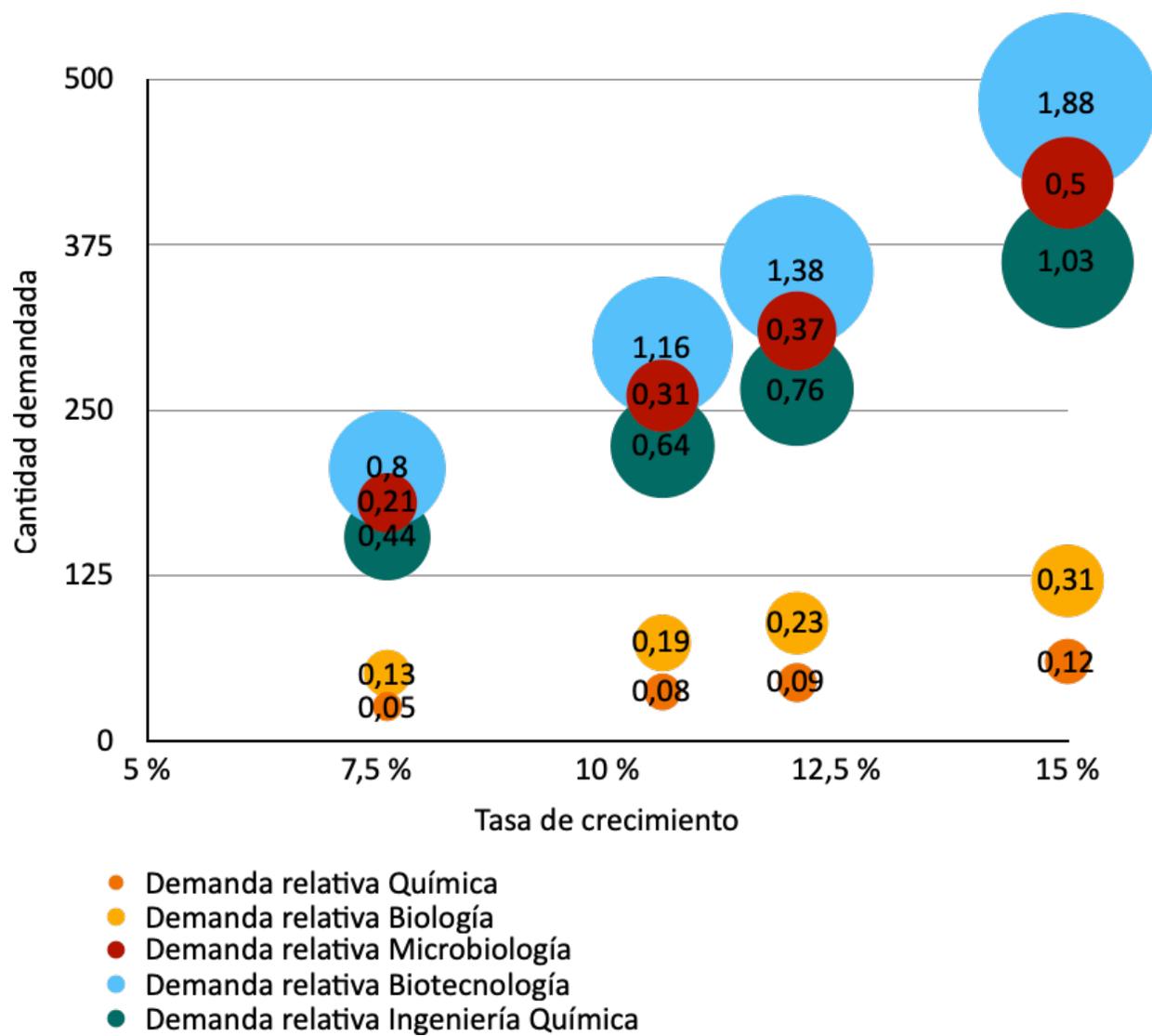
Brechas acumuladas: Economía, ciencias actuariales, estadística, física, matemáticas



Fuente: elaboración propia, 2021.

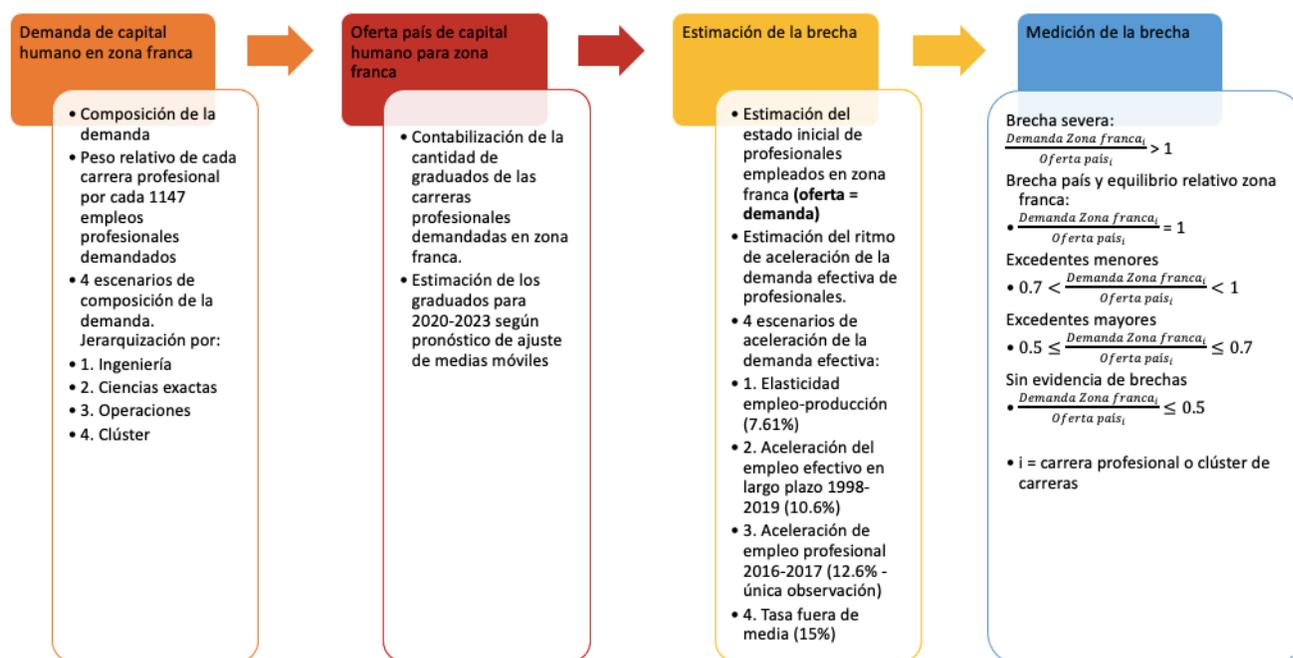
Gráfico A18

Brechas acumuladas: química, Biología, microbiología, ingeniería química y biotecnología



Fuente: elaboración propia, 2021.

**Figura A1**  
Pasos para la estimación de la brecha



Fuente: elaboración propia, 2021.

### Ecuación A1

Significancia de la muestra en el total del empleo general y profesional

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

### Ecuación A2

Significancia de la muestra en el total del empleo general neto

$$\frac{Q \text{ Empleos recolectados en la muestra}}{Q \text{ Empleos netos creados en zona franca en 2019}} = \frac{1147}{9968} = 11.5\%$$

### Ecuación A3

Cantidad de empleos sobre el total del empleo neto profesional creado en el período 2019

$$\frac{Q \text{ Empleos recolectados en la muestra}}{Q \text{ Empleos profesionales creados netos estimados en zona franca en 2019}} = \frac{1147}{4602} = 24.9\%$$

### Ecuación A4

Cantidad de Empresas en la muestra sobre el total del parque empresarial de zona franca

$$\frac{Q \text{ Empresas recopiladas en la muestra}}{\text{Empresas ayudadas por CINDE 2020}} = \frac{76}{332} = 22.9\%$$

**Ecuación A5.**

**Cantidad de Empresas en la muestra sobre el total del parque empresarial de zona franca**

$$\frac{Q \text{ Empresas recopiladas en la muestra}}{\text{Empresas ayudadas por CINDE 2020}} = \frac{76}{332} = 22.9\%$$

**Modelo de regresión lineal simple: Elasticidad empleo - producción en zona franca**

Coeficientes	Estimate	Std. Error	T-value	Pr (>  t  )
Intercepto	1,01	0,664371	1,526	0,143
Log(Producción zona franca)	0,669	0,04494	14,886	6,3e-12***

Fuente: elaboración propia, 2021.

**Modelo de regresión lineal simple: Elasticidad producción - empleo en zona franca**

**Ecuación A6.****Prueba de normalidad****Prueba de normalidad de Jarque-Bera**

X-squared = 1.373

df = 2

P.value = 0.503

**Ecuación A7.****Prueba de homocedasticidad de BP**

BP = 0.78

Df = 1

p-value = 0.3771

Santa – Cruz Camacho, C. & Delgado-Chaves, B. (2023). *Análisis de brechas entre oferta y demanda de capital humano para zonas francas en Costa Rica. Estimación para un vínculo estratégico entre formación profesional y el modelo productivo del país, 2017-2023.* [https://rpubs.com/camilosc1695/human\\_capital\\_gaps\\_demand\\_supply](https://rpubs.com/camilosc1695/human_capital_gaps_demand_supply)