



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS

DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

**DESARROLLO DE UN PROCESO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y
GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL INDUSTRIAL

MATÍA ROBERTO DE LUIGGI AGUIRREBEÑA

PROFESOR GUÍA:

JAIME ALEE GIL

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:

ORLANDO CASTILLO ESPINOZA

FRANCISCO MOLINA JARA

SANTIAGO DE CHILE

ENERO DE 2015

**DESARROLLO DE UN PROCESO DE TRANSFERENCIA TECNOLÓGICA Y
GESTIÓN DE LA INNOVACIÓN EN LA FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y
MATEMÁTICAS DE LA UNIVERSIDAD DE CHILE**

El presente Trabajo de título se enmarca en el contexto del programa Innova CORFO: Nueva ingeniería para 2030, adjudicado por la Universidad de Chile, que tiene como objetivo elaborar, implementar y dar seguimiento a planes estratégicos, destinados a transformar bajo estándares internacionales las escuelas de ingeniería chilenas, en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia tecnológica, innovación y emprendimiento.

El objetivo central es proponer un rediseño del proceso de Transferencia Tecnológica en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile con el fin de aumentar el emprendimiento académico mediante el estudio y análisis de proyectos de transferencia tecnológica.

Para lograr dicho objetivo, en una primera etapa se realizó un benchmarking de buenas prácticas nacionales e internacionales, identificando las estructuras y mecanismos relevantes que utilizan las universidades para facilitar los procesos de Transferencia Tecnológica.

Luego, se realizó un análisis de los actores, estructura, financiamiento y legislación involucrada en el proceso de transferencia de la FCFM. A partir de esto, se determinó que no existe un proceso estandarizado para generar emprendimientos desde de los resultados de investigación. No obstante, la Facultad tiene un gran volumen de investigación básica y aplicada, y se relaciona con la industria principalmente a través de sus centros de investigación.

Posteriormente, se realizaron entrevistas a autoridades relevantes como académicos, investigadores, directores de unidades de transferencia tecnológica y personal administrativo de la Facultad a partir de las cuales se obtuvieron percepciones y visiones. Finalizado este estudio, las dos conclusiones principales son: **(i)** la generación de Spin-off es una alternativa bien percibida por los expertos, dado su potencial formativo, sobretodo cuando son liderados por alumnos. Además, que la investigación aplicada esta sujeta al financiamiento que se pueda acceder, el cual es primordialmente de origen estatal y **(ii)** que las relaciones entre la Universidad y la empresa no se dan en forma natural, principalmente por diferencias en sus objetivos.

En base a lo anterior, se estudiaron proyectos de Transferencia Tecnológica desarrollados en la FCFM y se identificaron los factores críticos que inciden en este tipo de proyectos. Finalmente, se propone un rediseño de los procesos de Transferencia Tecnológica a través de la creación de una Oficina de Relación con la Industria (OPI), que tiene como objetivos mejorar sistemáticamente los procesos administrativos, incrementar los proyectos con potencial innovador, aumentar los proyectos de transferencia tecnológica y sistematizar la relación con la industria. La evaluación económica de la propuesta indica que la OPI requeriría de un subsidio de CLP \$ 332.484.000 para su funcionamiento durante los primeros cuatro años, utilizando una tasa de descuento de 12%.

Agradecimientos

A mis padres por su apoyo incondicional, que sin él este logro no habría sido posible. Muchas gracias.

Esta memoria no podría haber sido realizada sin el apoyo fundamental de mi profesor Guía Don Jaime Alee Gil, las oportunidades, sus enseñanzas y su soporte en los momentos más difíciles los llevaré conmigo siempre.

A los miembros de mi comisión, Don Orlando Castillo Espinoza y Don Francisco Molina Jara, sus comentarios y ayuda no solo enriquecieron este trabajo, si no también son parte importante de mi formación como profesional.

A mis compañeros de la Universidad, por la ayuda desinteresada que prestaron para la finalización de este trabajo, especialmente a Matías Del Rey, Diego Granger y Katherine Aedo.

A quienes me acompañaron durante toda esta aventura universitaria, mis amigos Fernando Galdames y Jorge Balazs, muchas gracias por haberme soportado durante estos seis años.

Especial agradecimiento a mi polola Josefa, quien me acompañó durante este proceso y me ayudó con la edición final de este documento.

Finalmente, a todo el equipo “Ingeniería 2030” de la FCFM, mis mejores deseos y apoyo ante el desafío que tienen por delante.

Tabla de contenido

Agradecimientos	iii
Capítulo 1: Introducción	7
1.1 Introducción	7
1.2 Descripción del proyecto y justificación	7
1.2.1 Proyecto: Una nueva ingeniería para el 2030.....	8
1.3 Objetivos	10
1.3.1 Objetivo General	10
1.3.2 Objetivos Específicos.....	10
1.4 Metodología	10
1.5 Marco Conceptual	12
1.5.1 Innovación.....	12
1.5.2 Difusión y Transferencia Tecnológica universitaria.....	13
1.5.3 Emprendimiento Académico.....	14
1.5.4 Spin-Off.....	14
1.5.6 Modelos de Transferencia Tecnológica universitaria	16
1.5.7 El proceso de Investigación, desarrollo, Innovación y Emprendimiento	18
1.5.8 Benchmarking	19
1.6 Alcances	19
1.7 Resultados Esperados	20
Capítulo 2: Buenas prácticas en Transferencia Tecnológica Universitaria	21
2.1 Metodología	21
2.2 Buenas prácticas Internacionales	21
2.2.1 Benchmark del Plan Estratégico de la FCFM.....	21
2.2.2 Estados Unidos	22
2.2.3 España.....	25
2.3 Buenas Prácticas Nacionales	27
2.3.1 Contexto Histórico	27
2.3.2 Contexto Actual de las Facultades de Ingeniería	29
2.3.3 Universidad de Concepción	30
2.3.4 Universidad de Santiago de Chile.....	31
2.3.5 Pontificia Universidad Católica de Chile	33
2.3.6 Conclusiones	34
Capítulo 3: Caracterización del sistema de transferencia tecnológica de la FCFM	36
3.1 Introducción	36
3.2 La FCFM en cifras	36
3.3 Instituciones relevantes en el proceso de transferencia tecnológica y su función	37
3.3.1 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile (VID)	37
3.3.2 Comisión Central de Propiedad Industrial (CCPI)	38
3.3.3 Fundación para la transferencia tecnológica (UNTEC)	39

3.3.4 Incubadora de Negocios NOVOS.....	39
3.3.5 Reglamentos relevantes para la transferencia tecnológica.....	39
3.4 Proceso de transferencia tecnológica.....	40
3.4.1 Publicaciones.....	40
3.4.2 Acuerdos de licencias.....	41
3.4.3 Consultorías y Alianzas tecnológicas.....	42
3.4.4 Emprendimiento.....	42
3.5 Financiamiento estatal a la I+D aplicada.....	43
3.6 Proyectos con la industria.....	46
3.7 Conclusiones del capítulo.....	46
Capítulo 4: Estudio de proyectos de Transferencia Tecnológica en la FCFM.....	49
4.1 Metodología.....	49
4.2 Panel de expertos.....	49
4.2.1 Entrevistas semi-estructuradas.....	49
4.2.2 Taller de inauguración del Programa CORFO Nueva Ingeniería para el 2030.....	49
4.3 Proyectos de Transferencia Tecnológica en la FCFM.....	50
4.3.1 Proyectos de transferencia mediante el desarrollo de Spin-Off.....	50
4.3.2 Proyectos de transferencia mediante la relación con una empresa.....	55
Capítulo 5: Diseño del proceso de transferencia tecnológica.....	59
5.1 Indicadores relevantes para hacer seguimiento a los procesos de transferencia tecnológica en la FCFM.....	59
5.1.1 Evaluación y seguimiento de las medidas a proponer.....	60
5.1.2 Recolección de información.....	61
5.2 Brechas en la FCFM.....	61
5.2.1 Emprendimiento e Innovación.....	61
5.2.2 Relaciones Universidad-Empresa.....	62
5.3 Diseño del proceso.....	62
5.3.1 Metodología para aumentar el emprendimiento académico.....	63
5.3.2 Estructura para aumentar la relación Universidad Empresa.....	65
5.3.3 Propuesta económica.....	69
5.3.4 Proceso rediseñado.....	70
Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones.....	72
Glosario.....	74
Bibliografía.....	76
Anexos.....	79
Anexo 1. Gasto de I+D en Chile.....	79
Anexo 2. Gasto de I+D como porcentaje del PIB en Chile.....	80
Anexo 3. Solicitudes de patentes por millón de USD.....	80
Anexo 4. Centros de investigación ubicados en la FCFM.....	81
Anexo 5. Proceso de Transferencia tecnológica de los Centros de Investigación de la Facultad.....	82
Anexo 6. Programas de Financiamiento estatal para I+D aplicado.....	83

Anexo 7. Pauta entrevista a expertos.....	86
Anexo 8. Pauta Entrevista a proyectos de Transferencia Tecnológica.....	87
Anexo 9. Entrevistas con Expertos	88
Anexo 10. Asistentes y grupos del taller inauguración del Programa Nueva Ingeniería para el 2030	89
Anexo 11. Pauta de preguntas taller de Inauguración Nueva ingeniería para el 2030.....	90
Anexo 12: Metodología de comercialización tecnológica de Vijay K. Jolly	91
Anexo 13: Evaluación económica de la propuesta.....	93
Anexo 13.1: Ingresos.....	93
Anexo 13.2: Costos.....	93
Anexo 13.3: Impacto	95

Capítulo 1: Introducción

1.1 Introducción

El presente trabajo busca caracterizar en forma íntegra el actual Sistema de Transferencia Tecnológica de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas (FCFM) de la Universidad de Chile y contrastarlo con las buenas prácticas recogidas desde la experiencia internacional y nacional. Una vez generado el conocimiento sobre el ecosistema de transferencia tecnológica, se realizará una investigación aplicada a la FCFM con el fin de generar propuestas que, en el futuro, permitan incrementar la tasa de transferencia tecnológica de la FCFM.

En economías emergentes, las capacidades de I+D existentes tienden a estar muy concentradas dentro de universidades e institutos de investigación públicos. En Chile, aproximadamente el 85% de los científicos están relacionados formalmente con universidades, y el Gobierno contribuye aproximadamente con el 80% de los fondos usados en I+D. Del total de los fondos I+D, un 58% se destinan a universidades y no más del 13% se destina para el desarrollo de actividades comerciales. El resto, se va a proyectos básicos de investigación. En contraste, cerca del 60% del gasto de I+D en países desarrollados apoya las actividades de desarrollo y solo el 40% se destina a la investigación básica y aplicada [1]. El presente trabajo se enfoca justamente en el proceso de comercialización y transferencia de tecnología, fase necesaria para que el conocimiento desarrollado por la universidad sea aprovechado por la sociedad en su conjunto.

El interés por estudiar la eficacia y efectividad con la que se transfiere y aprovecha el conocimiento generado por la universidad, nace de su concepción como “fabricas de conocimiento” de las sociedades avanzadas y que, por ende, son consideradas como actores claves al momento de elaborar políticas de innovación en el país.

La forma tradicional de transferencia de conocimiento es la formación de capital humano, es decir, las personas se capacitan en la universidad y son preparadas para servir a la sociedad. La segunda forma de transferencia es la producción y difusión de los resultados de la investigación académica. Finalmente, en los últimos años se ha fomentado la denominada “tercera misión de las universidades” relacionada con la difusión del conocimiento a través de licencias, patentes y la creación de empresas (Spin-Off) que involucran directamente a profesores e investigadores de la universidad. Esta ampliación del propósito ha exigido a las universidades una reconceptualización y reordenamiento organizativo para realizar los procesos de producción, almacenamiento y transferencia de conocimientos [2].

Dentro de las formas más representativas de ejercer la tercera misión de las universidades se encuentra el desarrollo de spin-off universitario. Uno de los objetivos centrales del presente trabajo es explicitar los factores que catalizan la creación de este tipo de proyectos y analizar cuál es el grado de desarrollo que presenta la FCFM en dichos factores.

1.2 Descripción del proyecto y justificación

En la Facultad existen diversos proyectos de investigación liderados por profesores y/o estudiantes que tienen potencial de aplicación para el desarrollo económico y social del país. Sin embargo, por distintas razones, la mayoría de dichos proyectos no logran transformarse en

realidad, desvinculando la generación de conocimiento universitario con el desarrollo económico del país (CNIC , 2010).

Este trabajo de título se enmarca en el contexto del programa Innova CORFO: Nueva ingeniería para 2030, adjudicado por la Universidad de Chile. El objetivo del mencionado programa es elaborar, implementar y dar seguimiento a planes estratégicos, destinados a transformar bajo estándares internacionales las escuelas de ingeniería chilenas, en los ámbitos de investigación aplicada, desarrollo y transferencia tecnológica, innovación y emprendimiento. El diagnóstico preliminar del programa indicó que las facultades de ingeniería nacionales tienen limitadas competencias de gestión de la vinculación con el medio, licenciamiento y transferencia tecnológica (Iniciativa Ingeniería 2030).

Dado este contexto, la presente memoria busca analizar íntegramente los factores que inciden en la tasa de transferencia tecnológica de la Facultad, para generar propuestas de valor, que permitan aumentar dicha tasa en el futuro. Finalmente, se pretende llevar estas propuestas a proyectos específicos que estén en desarrollo.

Aumentar la tasa de proyectos de investigación que se transformen en productos o servicios, tiene una serie de beneficios para la Facultad, investigadores y sociedad. A modo ejemplar, podemos mencionar los siguientes:

- Aumenta los ingresos de la Facultad destinados a investigación, dado que estas son la base de los procesos de transferencia tecnológica;
- Impacto en la formación de los estudiantes, ya que estos se vinculan con aplicaciones de utilidad para la sociedad;
- Genera mayores incentivos a la investigación al ofrecer oportunidades de negocios;
- Generar impactos en la actividad económica y productiva del país y,
- Finalmente, las universidades son uno de los principales órganos ejecutores del gasto en I+D (Ver Anexo N°1) y genera interés saber qué tipo de actividades se están desarrollando en esta materia, cuáles son sus limitantes y sus oportunidades de desarrollo.

Para llevar a cabo un proceso de transferencia de proyectos de I+D, se debe hacer notar que no son liderados por emprendedores tradicionales y que el marco institucional y legal es radicalmente diferente al del emprendimiento tradicional. A pesar de que existe una amplia bibliografía internacional sobre el tema, es limitada la que se ha enfocado en el plano nacional.

1.2.1 Proyecto: Una nueva ingeniería para el 2030

Como se mencionó anteriormente, el Proyecto Innova CORFO Nueva Ingeniería para el 2030 se divide en tres fases:

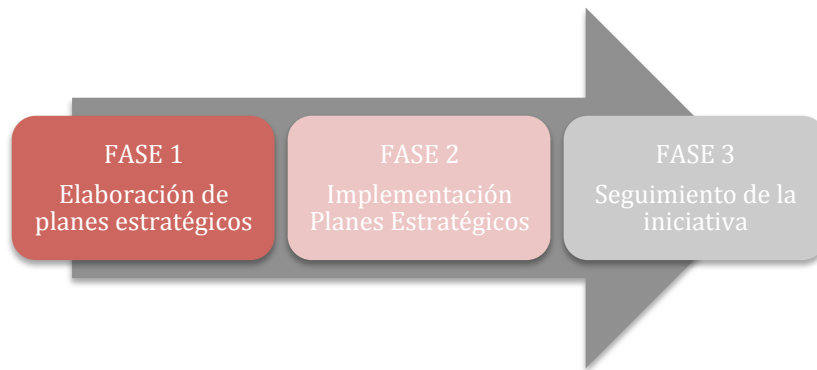


Figura 1: Fases del Proyecto Nueva Ingeniería para el 2030 (Fuente: CORFO)

En la primera fase, la FCFM estuvo entre los 15 proyectos individuales y asociativos que en el 2013 fueron seleccionados para la creación de un plan estratégico. Para la segunda fase, postularon 10 proyectos que agruparon a 18 universidades de todo el país. De dicho total, solo 5 proyectos fueron seleccionados para implementar los planes estratégicos previamente desarrollados, estando dentro de estos la FCFM. De esta forma, los proyectos seleccionados fueron:

- The clover 2030 engineering strategy – An Engine to surf the waves for Chile’s development (Pontificia Universidad Católica de Chile y Universidad Técnica Federico Santa María).
- Consortium of Chilean engineering faculties to foster education in engineering, applied research, innovation and entrepreneurship (Universidad de Concepción, Universidad de Santiago de Chile y Pontificia Universidad Católica de Valparaíso).
- FES-UAI Strategic plan implementation, new engineering 2030 (Universidad Adolfo Ibáñez).
- Research, development, innovation and entrepreneurship to meet global engineering demands (Universidad de Chile).
- World-class engineering at regional state universities in the Central-South of Chile (Universidad del Biobío, Universidad de la Frontera y Universidad de Talca).

La adjudicación del proyecto por parte de la FCFM implica que recibirá 5.250 millones de pesos para desarrollar la estrategia a largo plazo que se planteó en la propuesta¹.

A partir de la implementación del plan estratégico, la FCFM aspira a convertirse en una institución de clase mundial, reconocida por su liderazgo en ciencia, tecnología e innovación, impulsada por investigación multidisciplinaria de frontera en búsqueda de solución a los desafíos nacionales y globales, y que provee una experiencia educacional amplia y excepcional, en relación con la sociedad y la industria (Chile, 2014). Para el 2030, la FCFM espera estar entre las 100 mejores escuelas de Ingeniería y entre las 3 de Latinoamérica.

El plan estratégico de la Facultad se desarrolló en base a un diagnóstico interno y a un benchmarking de universidades internacionales. Dentro de los 7 objetivos estratégicos del plan está el “generar un profundo cambio cultural y organizacional para fomentar la innovación y el emprendimiento tecnológico en todos los niveles” (Chile, 2014).

¹ <http://ingenieria.uchile.cl/noticias/101839/proyecto-de-la-fcfm-es-seleccionado-por-programa-corfo-ingenieria-2030>

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Proponer un rediseño del proceso de Transferencia Tecnológica en la FCFM de la Universidad de Chile con el fin de aumentar el emprendimiento académico mediante el estudio y análisis de proyectos de transferencia tecnológica.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar las mejores prácticas de transferencia tecnológica a través de la realización de un *Benchmark* de Transferencia Tecnológica con el fin de identificar los factores críticos que inciden en el desarrollo de esta clase de proyectos en las mejores universidades nacionales e internacionales.
- Caracterizar el sistema de Transferencia Tecnológica de la FCFM y el marco legal nacional en el cual se desenvuelven los proyectos de transferencia tecnológica.
- Analizar dentro de la Escuela de Ingeniería de la Universidad de Chile, diversos proyectos de transferencia tecnológica para determinar los factores que influyeron en la obtención de sus logros o fracasos.
- Identificar y generar propuestas a los desafíos que tiene la Facultad en materia de transferencia tecnológica.

1.4 Metodología

La metodología a utilizar contará con los siguientes pasos, los cuales se pretende que sean desarrollados en forma cronológica:

1. Revisión bibliográfica

Recopilación y revisión exhaustiva de fuentes de información secundaria, tales como investigaciones sobre transferencia tecnológica y desarrollo de spin-off universitarios, papers científicos sobre la materia, investigaciones, estudios internos de otras instituciones, casos de éxito y revisión de casos de otras universidades. Los objetivos centrales de esta etapa son:

- Investigar modelos de transferencia tecnológica que describan íntegramente el proceso de transferencia tecnológica Universitaria en forma genérica;
- Identificar las formas que existen para realizar transferencia tecnológica y,
- Identificar los principales factores que inciden en la transferencia tecnológica y en el emprendimiento académico.

2. Benchmark de mejores prácticas

Identificar las mejores prácticas de transferencia tecnológica en universidades. El objetivo es definir un set de actividades, procesos y metodologías que impulsen y fomenten el emprendimiento basado en ciencia en la FCFM, a partir de casos reales.

3. Caracterización del Sistema de Transferencia Tecnológica de la FCFM

En esta fase se pretende definir el proceso institucional que pueden seguir los proyectos que buscan transferir tecnología desde la Universidad hacia la sociedad, el foco se colocará en identificar las instituciones relacionadas, su rol y relación con los académicos de la Facultad.

El objetivo de esta etapa es realizar un diagrama de flujo del proceso que permita un entendimiento práctico del mismo y contrastarlo con las buenas prácticas identificadas en la etapa precedente. Para la correcta realización de esta fase, se pretende levantar tanto información primaria (entrevistas) como secundaria (revisión bibliográfica). Adicionalmente, se revisarán los incentivos estatales disponibles para este tipo de proyectos.

4. Panel de Expertos

Obtener y analizar las opiniones de personas que manejen el tema tanto a nivel interno de la FCFM como a nivel externo. El objetivo de esta etapa se divide en cuatro:

- (1) Validar las conclusiones obtenidas en el benchmark;
- (2) Validar las conclusiones obtenidas de la caracterización del proceso de transferencia tecnológica en la Facultad;
- (3) Buscar nuevos lineamientos para profundizar y potenciar la presente investigación;
- (4) Identificar cuáles son las características que tiene un proyecto de transferencia tecnológica exitosa y uno tradicional y,
- (5) Obtener referencias reales de proyectos que sean considerados de éxito.

5. Análisis y seguimiento de proyectos de la FCFM

La cuarta etapa corresponde a la caracterización en terreno de la situación de la FCFM con respecto a la transferencia tecnológica. El objetivo central es analizar proyectos de la Facultad identificando las causas endógenas y exógenas que inciden en el éxito/fracaso del proyecto y proponer mejoras.

Esta etapa se divide en tres subfases. Primero, se realizará una selección de los proyectos en base a la recomendación del panel de expertos y a una evaluación del proyecto. Luego, se realizará una entrevista a los encargados de los proyectos a estudiar, en base a los factores que inciden en el emprendimiento académico. Finalmente, de estas entrevistas se pretende extraer los ejes que diferencian a los mejores proyectos.

6. Conclusiones, recomendaciones y líneas de desarrollo futuro

Finalmente, a partir de todo el conocimiento generado, se propone entregar una metodología prototipo para la FCFM, con foco en el aumento de la tasa de proyectos que logran realizar una transferencia tecnológica efectiva.

1.5 Marco Conceptual

1.5.1 Innovación

El manual de Oslo, documento elaborado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE), que establece las directrices para la recogida e interpretación de información relativa a la innovación, la define de la siguiente manera:

“Una innovación es la introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas”. (OECD , 2006)

Según el mencionado manual, existen cuatro tipos de innovación:

- (1) Innovación de producto: Introducción de un bien o servicio nuevo o con un alto grado de mejora en sus características o en sus usos posibles.
 - Ejemplos: Mejoras significativas en las especificaciones técnicas, los componentes o materiales, el software incorporado, u otras características funcionales.
- (2) Innovación de proceso: Introducción de un método de producción o de distribución nuevo o significativamente nuevo.
 - Ejemplos: Equipos de automatización, técnicas de abastecimiento, dispositivos de geo localización para servicios de transportes, entre otras.
- (3) Innovación comercial: Introducción de un método de comercialización que entrañe importantes mejoras en el diseño o presentación del producto, en su posicionamiento, en su promoción o en su precio.
 - Ejemplos: Nuevos canales de venta o de promoción, sistemas de franquicias, nuevos sistemas de tarificación.
- (4) Innovación organizacional: Introducción de un nuevo método de organización aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones de la empresa.
 - Ejemplos: Nuevos métodos para reducir costes administrativos o transaccionales, desarrollo de nuevos costes organizativos más eficientes.

Una innovación también puede ser clasificada según el grado de **originalidad de la innovación**, donde se pueden distinguir dos tipos (Schumpeter, 1934):

- (1) Innovación Incremental: Innovaciones que se desarrollan de manera continua y en forma paralela al proceso de cambio, corresponden a innovaciones marginales o a leves modificaciones.
- (2) Innovación Radical: Nuevos servicios o productos que no pueden entenderse como una evolución natural de los ya existentes, dado que denotan un alto grado de novedad. A diferencia de la innovación incremental se caracteriza por originar grandes cambios. Sin embargo, esta clase de proyectos tiene un alto grado de posibilidades de fracasar.

Finalmente, las innovaciones también pueden ser clasificadas según si son generadas en base a una oferta, por ejemplo, el resultado de una investigación, la cual se denomina **Technology Push**. En caso contrario, las innovaciones son generadas en base a una demanda, por ejemplo, alguna necesidad de la industria, en este caso se habla de un **Market Pull** (Rothwell, 1994) .

Una tendencia reciente es el concepto de **innovación abierta** (Chesbrough, 2003) paradigma que asume que las firmas pueden y deben usar ideas internas y externas para gestionar innovación. Esto implica que los proyectos de innovación pueden generarse dentro o fuera de la empresa, se incorporan tanto al principio o en fases intermedias del proceso de innovación, y pueden alcanzar el mercado a través de la misma compañía o a través de otras empresas por medio de métodos de licenciamiento.

1.5.2 Difusión y Transferencia Tecnológica universitaria

En su sentido más amplio, la Transferencia Tecnológica se entiende como el movimiento y difusión de una tecnología desde su invención original hacia un contexto económico y social diferente (Lopez , Mejía , & Schmal , 2006). De esta forma, la transferencia tecnológica es un nexo entre la universidad y las empresas, para la generación de desarrollo científico, que posteriormente se transforme en desarrollo económico. Es importante mencionar que la transferencia conlleva un convenio, un acuerdo, y presupone un pago y por lo tanto, la comercialización del conocimiento es fundamental.

La diferencia central entre difusión y transferencia es que la primera es simplemente el proceso de adopción de una innovación, mientras la segunda incorpora el origen y canal mediante el cual la innovación pudo ser adoptada.

A continuación se enumeran los mecanismos o tipos de acuerdo para la transferencia tecnológica (Gonzales Sabater, 2009):

- Acuerdos de Licencia: Otorga derechos sobre la patente a terceros bajo definiciones y plazos definidos.
- Compra-venta: Comercialización de productos resultantes de la innovación a clientes o proveedores, o la oferta de las propiedad de la patente a terceros.
- Adquisiciones y fusiones: Fusión o adquisición de una organización intensiva en conocimiento. Es importante mencionar que esta modalidad no aplica en el caso universitario.
- Alianzas tecnológicas (Joint Venture): Colaboración entre las partes para compartir activos, riesgos, costes, beneficios, capacidades o recursos en torno a la explotación de tecnología.
- Creación de empresas: Otorga derechos de explotación o producción de un producto o servicio, involucrando procesos, marcas, modelo de negocios y estructura organizacional.
- Consultoría: Prestación de asesoramiento técnico y/o servicios especializados a cambio del pago de una tarifa.
- Movilidad del personal: Incorporación de personal experto o conocedor de áreas científicas o técnicas.
- Publicaciones: Las publicaciones académicas y la difusión a través de seminarios o congresos también constituyen un proceso de transferencia tecnológica.

1.5.3 Emprendimiento Académico

Si bien tradicionalmente se entiende como emprendimientos impulsados por académicos que se dedican a la investigación, y a partir de los resultados de esta generan negocios, los procesos de transferencia tecnológica buscan generar emprendimientos en base de los resultados de investigación, más allá de las capacidades del investigador, involucrando a un ecosistema que fomente la generación de emprendimiento (O'Shea, Allen , Morse, O'Gorman , & Roche , 2007).

1.5.4 Spin-Off

Un Spin-Off académico es una nueva empresa basada en conocimiento directamente extraído de la universidad como resultado de una investigación y desarrollo (Hemer , Bersteit, & göthner, 2005). El foco tradicional de los Spin-Off es la explotación comercial de una propiedad intelectual generada en base al proyecto de investigación aplicada.

La literatura indica que, con el debido apoyo, esta clase de empresas merece especial atención ya que pueden fortalecer sectores de la economía, crecer más rápido que los Start-ups tradicionales y generar empleos de alto nivel (Hemer , Bersteit, & göthner, 2005).

El Spin-Off académico corresponde a emprendimientos impulsados o llevados a cabo por académicos, docentes universitarios o investigadores. Es importante destacar que si bien el investigador que detecta una oportunidad comercial a partir de innovaciones tecnológicas surgidas en el laboratorio posee un conocimiento técnico de muy alto nivel, no necesariamente tiene los conocimientos, habilidades y experiencia para desarrollar un emprendimiento. En esta línea, el rol de las universidades para el desarrollo del emprendimiento es fundamental.

Según Rory O'Shea² et al. (O'Shea, Allen , Morse, O'Gorman , & Roche , 2007) en un estudio basado en el caso de éxito del MIT³, la literatura académica clasifica en cuatro las dimensiones que influyen en el emprendimiento académico:

- Capacidad del académico: Motivaciones, intereses, capacidad de formar equipos de trabajo.
- Políticas y estructuras universitarias: Normas sociales y el comportamiento institucional con respecto al desarrollo de Spin-Off, el grado de apoyo que se le entrega a estos proyectos.
- Ambiente Intra-universitario: La calidad de la investigación, su foco en la aplicación.
- Ambiente Extra-universitario: Políticas nacionales, existencia de *clusters* tecnológicos, instrumentos de fomento.

Una clasificación más exhaustiva se desarrolló a partir de los resultados de dos investigaciones que utilizaron modelos robustos para determinar qué variables tenían relevancia en la creación⁴ de Spin-Offs (Hayter , Harnessing University Entrepreneurship for Economic Growth: Factors of Success Among University Spin-offs, 2012) (Di Gregorio & Shane , 2003). La clasificación se presenta a continuación:

² Visiting Assistant Professor in Innovation and Entrepreneurship, MIT.

³ Massachusetts Institute of Technology.

⁴ El éxito y creación de un spin-off se logra cuando el emprendimiento logra comercializar su propuesta de valor.



Figura 2: Factores que influyen en la creación de Spin-off agrupados en tres tipos; Emprendedor, Universidad y Empresa (Fuente: Elaboración propia).

Dentro de los factores, destacan como muy importantes la obtención de financiamiento externo, en particular *Joint Ventures* y capitales de riesgo, ya que el sector privado tiende a ser más adverso al riesgo al momento de invertir en este tipo de proyectos (Di Gregorio & Shane, 2003). A su vez, el prestigio del académico está correlacionado con la obtención de financiamiento externo. Finalmente, la claridad en los procesos administrativos que ofrece la Universidad, el personal de apoyo en las oficinas de transferencia tecnológica y las habilidades en los negocios, son fundamentales para el correcto desarrollo de los proyectos.

En general, las investigaciones sobre factores de éxito muestran resultados similares a pesar de provenir de diferentes latitudes geográficas y ecosistemas de innovación⁵. En particular, Barbara Bigliardi⁶ et al (Bigliardi, Galati, & Verbano, 2013), cuantifican los factores para el caso italiano a través de un oráculo de Delphi conformado por expertos, académicos y miembros de Spin-Offs de dicha Nación. La cuantificación de los juicios se presenta en escala de Lickert del 1 al 7. De un total de 55 factores propuestos al oráculo, previamente recogidos de la literatura internacional, solo 18 tuvieron un promedio mayor a 4,0 (Valor mínimo establecido por el estudio). A continuación, se presentan los 7 factores más importantes:

⁵ Para el presente trabajo se revisaron estudios de EE.UU, Australia, España, Reino Unido e Italia.

⁶ Departamento de Ingeniería Industrial, Universidad de Parma.

Factor	Valor promedio
Acceso a habilidades de emprendimiento	6,8
Staff competente en oficinas de Transferencia tecnológica	6,7
Motivación del fundador	6,4
Compromiso financiero del creador	6,3
Contactos formales entre el creador y el spin-off	6,1
Establecer relaciones con inversionistas	5,9
Disponibilidad de capital de riesgo y semilla	5,9

Tabla 1: Resultados del panel de expertos (Fuente: (Bigliardi, Galati, & Verbano, 2013)).

Con respecto a las motivaciones para realizar emprendimiento académico se destaca que estas difieren de las propias a un emprendedor tradicional, como lo es la maximización de utilidades. El año 2011 Christopher Hayter⁷ publicó un estudio (Hayter , In search of the profit-maximizing actor: motivations and definitions of success from nascent academic entrepreneurs , 2010) que concluyó que la difusión y desarrollo tecnológico estaba por sobre la obtención de ganancias personales, luego aparecía el deseo de servicio público, el enriquecimiento de la carrera, la creación de empleos y el desarrollo de nuevas habilidades.

1.5.6 Modelos de Transferencia Tecnológica universitaria

Existe una amplia literatura sobre Modelos de Transferencia Tecnológica, los cuales se entienden como el sistema o proceso mediante el cual un descubrimiento realizado por investigadores de una universidad se transfiere a la sociedad. La mayoría de dicha literatura se enfoca en las instituciones y mecanismos que facilitan la comercialización, como las oficinas de transferencia tecnológica, patentes, licencias, Spin-Off y Start-ups (Bradley, Hayter, & Link, 2013). Sin embargo, el proceso de transferencia tecnológica desde la invención hasta la comercialización es considerado una caja negra. El modelo tradicional (Siegel , Waldman, Atwater, & Link , 2004), llamado modelo lineal, se caracteriza justamente por su foco en el licenciamiento.

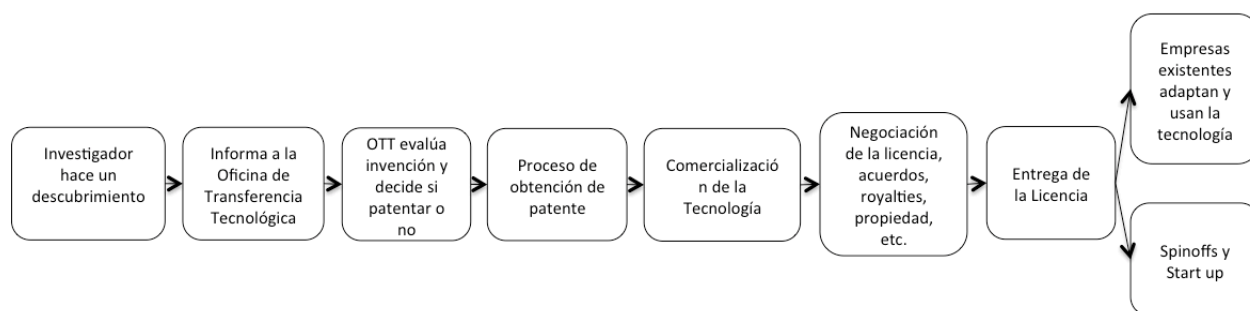


Figura 3: Modelo Lineal de Transferencia Tecnológica (Siegel , Waldman, Atwater, & Link , 2004).

Uno de los principales defectos de dicho modelo es que simplifica el proceso de transferencia tecnológica y no reconoce la existencia de otras alternativas, como las mencionadas en la sección “difusión y transferencia tecnológica universitaria” del presente capítulo. El hecho de que se enfoque exclusivamente en el proceso de obtención de patentes provoca una serie de conflictos, principalmente guiados porque el proceso de obtención de una patente es muy costoso,

⁷ Director Ejecutivo del Grupo de transformación y políticas de evaluación de la Academia de Ciencias de Nueva York.

lo que elimina a todos los proyectos que tienen un retorno esperado menor. Asimismo, las oficinas universitarias encargadas de este proceso tienen un presupuesto limitado y buscan un retorno sobre la inversión de corto plazo (Siegel, 2011) lo que va generando que este modelo de transferencia sea un filtro, en el cual proyectos con potencial pueden quedar fuera a pesar de que reporten una utilidad positiva para la sociedad y el investigador.

Considerando las limitantes del modelo tradicional, Samantha Bradley⁸, Christopher Hayter⁹, y Albert Link¹⁰ (Models and Methods of University Technology Transfer) desarrollan un modelo alternativo, enfocado en describir el proceso de Transferencia Tecnológica Universitaria en sus diversas posibilidades y postulan que, si bien el descubrimiento de una tecnológica con potencial de aplicación depende en gran medida del académico y de la cultura universitaria, el camino que tomará para realizar la transferencia dependerá primordialmente de los incentivos que coloque la universidad y su cultura interna. Finalmente, el medio externo puede acelerar el proceso también mediante incentivos.

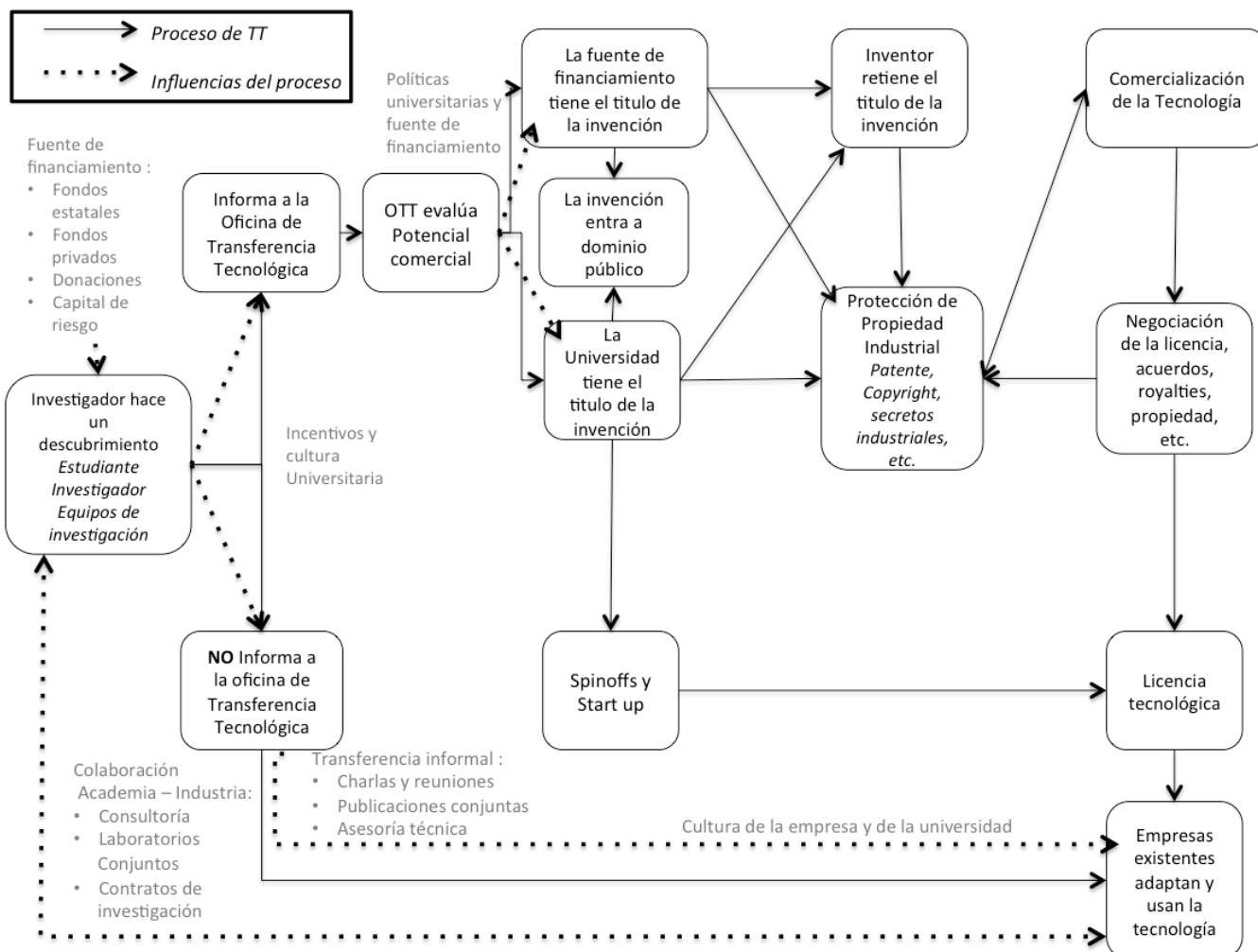


Figura 4: Modelo Alternativo de Transferencia Tecnológica (Models and Methods of University Technology Transfer).

⁸ Departamento de Economía, University of North Carolina at Greensboro

⁹ Academia de Ciencias de Nueva York

¹⁰ Departamento de Economía, University of North Carolina at Greensboro

Este modelo es dinámico, ya que permite múltiples caminos. Además, incorpora el paradigma de innovación abierta, pues si una firma tiene un problema técnico específico, puede extender su canal de investigación llevando el problema hacia la universidad y luego insertarlo en la empresa a través de un proceso de comercialización (Chesbrough, 2003).

En la ilustración N° 3, no solo aparecen los posibles caminos de transferencia tecnológica, si no también las posibles influencias que generan el camino que se toma. Finalmente, ambos modelos permiten que se generen **Market Pulls**, es decir, que la industria solicite a los académicos el desarrollo de I+D en una determinada área.

Un método que se ha detectado en los últimos años es el de vista colaborativa (Models and Methods of University Technology Transfer). Este modelo se caracteriza por ser de bajo costo, dinámico y enfocado en la colaboración entre los participantes. El modelo se basa en colocar la oferta universitaria en una plataforma de internet, en el que se presente claramente los pasos para adquirir la tecnología desarrollada. De la misma forma, los distintos actores de la industria tienen acceso a esta plataforma y pueden proponer problemas de investigación. A continuación, se presenta el esquema del modelo:

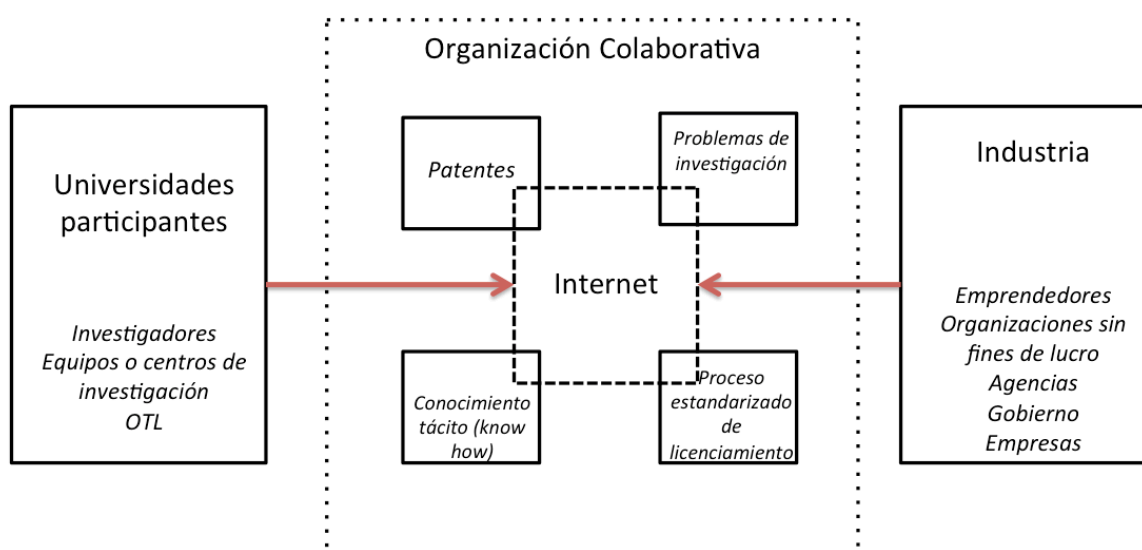


Figura 5: Modelo de vista colaborativa (Models and Methods of University Technology Transfer)

1.5.7 El proceso de Investigación, desarrollo, Innovación y Emprendimiento

Un proceso de I+D+i+e pasa por diferentes fases a través de su desarrollo. Lewis Branscomb¹¹ y Phillip Auerswald¹² (Branscomb & Auerswald, 2002) segmentaron el proceso de invención a innovación en las fases que se muestran en la siguiente ilustración:

¹¹ Profesor Emérito, Harvard University's Kennedy School of Government.

¹² Editor de Innovations (Journal) publicado quincenalmente por el MIT press.

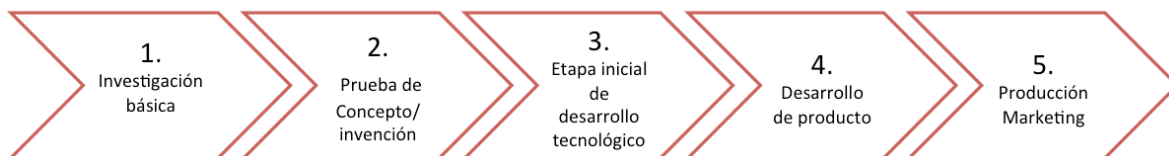


Figura 6: Las 5 fases del proceso de I+D+i+e

Las primeras dos fases de la Figura 6, corresponden a las fases de investigación y desarrollo de un prototipo. La fase de investigación corresponde al sustento teórico en el que se basa la idea innovadora, que se presenta a modo de prototipo en la fase 2. En la fase 3, se desarrollan las especificaciones del producto para calzar con un mercado objetivo, y se desarrollan los procesos para reducir costos de producción. En la fase 4, las actividades de comercialización comienzan y la innovación ingresa al mercado. En la fase 5, los inversionistas ya pueden recibir el retorno de su inversión, pudiendo surgir innovaciones incrementales del producto.

1.5.8 Benchmarking

El Benchmarking es un método de mejora y medición del desempeño de una organización/producto/servicio mediante la comparación (Stapenhurst, 2009). Consiste en descubrir y conocer qué hacen y cómo lo hacen otras organizaciones, identificadas como las mejores para así poder mejorar la institución a la que se pertenece.

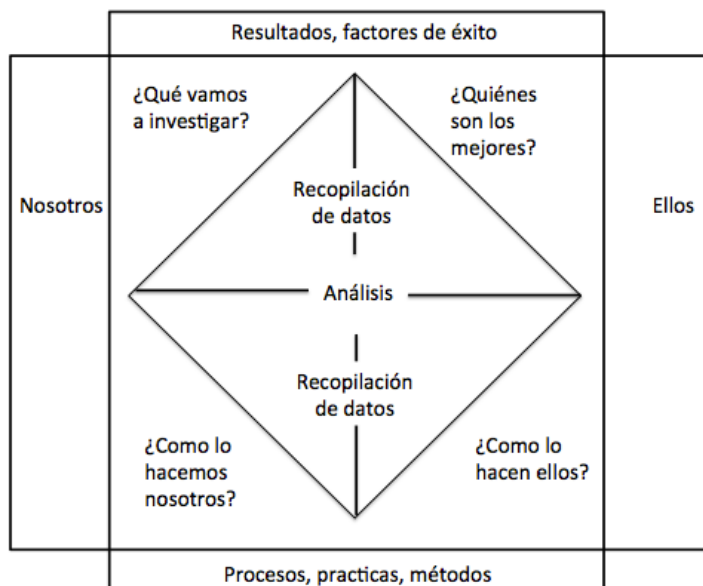


Figura 7: Esquema de un proceso de benchmarking (Fuente : Watson, 1993)

1.6 Alcances

El desarrollo de una metodología para fomentar el emprendimiento académico y la caracterización de la situación actual con respecto a dicho tema es una temática demasiado grande para una memoria de título, pues involucra una gran cantidad de factores. Es por esto que es esencial especificar las limitaciones del presente trabajo.

Este trabajo se centra exclusivamente en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile y no tiene como objetivo desarrollar un análisis de las políticas públicas relacionadas con el tema en Chile.

Un factor esencial en el emprendimiento académico es la motivación personal y paradigmas de los investigadores. No es el foco de esta memoria ahondar en esas áreas, sino más bien analizar cuáles son los desafíos y trabas que se encuentran los académicos que quieren emprender actualmente, y cuáles son los incentivos o desincentivos que coloca la FCFM para el desarrollo de este tipo de proyectos.

Para los alcances de esta memoria, la transferencia tecnológica se entiende como el proceso mediante el cual la sociedad (sector público o privado) obtiene el acceso a los avances tecnológicos desarrollados por los académicos, a través del traslado de dichos desarrollos a las empresas productivas para su transformación en bienes, procesos y servicios. Este tipo de transferencia puede ocurrir de diversas formas, sin embargo, el foco central de este proyecto es el desarrollo de empresas Spin-Off.

El desarrollo de la tercera misión de las universidades ha despertado críticas en algunos académicos, quienes consideran un peligro que sólo se fomente aquella investigación que es interés del sector productivo y de la sociedad en general, ya que podría estancar el desarrollo de las ciencias, y por ende, el desarrollo del conocimiento (Nelson , 2004). No es parte del presente trabajo aportar al mencionado debate, sino proponer una vía alternativa a la transferencia tecnológica, en particular, el desarrollo de emprendimientos académicos, alineado con las políticas nacionales actuales, pero sin ningún ánimo de enfocarlo en desmedro de las ciencias básicas.

Finalmente, este trabajo pretende desarrollar propuestas de valor para la FCFM, pero no contempla su implementación y evaluación, tampoco incluye la generación de modelos de negocios ni estrategias de financiamiento. Adicionalmente, este proyecto se enmarca en el Programa CORFO Nueva Ingeniería para el 2030, específicamente en el área de Transferencia Tecnológica y generación de emprendimiento e innovación basado en ciencia y tecnología.

1.7 Resultados Esperados

Los resultados esperados al final del trabajo a desarrollar son los siguientes:

1. Extraer una serie de recomendaciones para facilitar el emprendimiento académico y la transferencia tecnológica en la Universidad de Chile a partir de un *benchmark*. Además, se busca establecer los factores críticos que inciden en los proyectos.
2. Diagnóstico del proceso actual de transferencia tecnológica en la Facultad, analizando las instituciones que participan de este y entregando una serie de recomendaciones para la mejora.
3. Estimación del potencial de la FCFM en materia de transferencia tecnológica a través de un catastro aproximado de los proyectos existentes y desarrollo de KPI's que permitan medir los procesos de transferencia tecnológica en el tiempo.
4. Propuesta de metodología a nivel de prototipo, con recomendaciones para su implementación, seguimiento y evaluación. Enfocada en aumentar el emprendimiento académico y mejorar los canales de relación entre la universidad y la empresa.
5. Propuesta técnico-económica preliminar y estimación de impacto.

Capítulo 2: Buenas prácticas en Transferencia Tecnológica Universitaria

2.1 Metodología

La revisión de buenas prácticas en transferencia tecnológica consta de dos partes. La primera busca revisar la situación internacional, mientras que la segunda se enfoca en casos nacionales.

La primera parte se inicia con un análisis del benchmark desarrollado por la FCFM en el contexto del programa Ingeniería 2030. Posteriormente, se eligieron las universidades norteamericanas por estar marcando una nueva tendencia al incorporar a todo el sistema universitario en la generación de transferencia tecnológica (Strom, De-Haan, & boh, 2012). Adicionalmente, las universidades españolas han desarrollado y avanzado en el desarrollo de ecosistemas que fomentan la creación de Spin-Offs.

Con respecto al caso nacional, se presentan las universidades que más presupuesto destinan o adquieren en I+D. Todas ellas han desarrollado estrategias para fomentar la transferencia tecnológica.

2.2 Buenas prácticas Internacionales

2.2.1 Benchmark del Plan Estratégico de la FCFM

Introducción

La FCFM en su plan estratégico (Chile, 2014) desarrolló un benchmark que tenía como objetivo incorporar las mejores prácticas a nivel internacional en los siguientes puntos:

- Docencia.
- I+D.
- Transferencia tecnológica y de conocimiento.
- Emprendimiento e innovación.
- Internacionalización.

Estos puntos se analizaron en los casos particulares de las escuelas de ingeniería de las Universidades de Manchester (UK) y California de los Ángeles (USA), las que tienen similitudes con la FCFM, ya que son instituciones públicas, líderes en investigación y tienen una estructura administrativa similar a la de la Facultad. Adicionalmente, se consideraron universidades líderes mundiales en cada uno de las áreas anteriormente mencionadas, siendo relevantes para el presente trabajo la información obtenida de Technion (Israel), MIT(USA), Caltech (USA) y la Universidad de Waterloo (Canadá).

El benchmark fue desarrollado a partir de entrevistas a autoridades de las universidades y visitas técnicas a las instituciones. A partir de esto, el presente trabajo tiene por objetivo sintetizar y analizar las conclusiones obtenidas en las áreas de I+D, Transferencia tecnológica y emprendimiento e innovación. A continuación se presentan los principales programas para facilitar los procesos de Transferencia tecnológica.

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

Fomento a la investigación multidisciplinaria, mediante apoyo administrativo y financiamiento a través de centros especializados.

Planes estratégicos, que tienen como fin identificar áreas de investigación en que la universidad tiene ventajas competitivas con respecto a otras instituciones. En base a esto se desarrollan centros de investigación transversales a las especialidades.

Financiamiento, mediante concursos para los proyectos que tienen potencial de convertirse en innovaciones.

Instituciones externas a la universidad, pero que son propiedad de la misma y que actúan como un nexo entre la universidad y la industria, aportando capacidades administrativas superiores a las estructuras universitarias. Esto es particularmente relevante para las universidades estatales, pues dichas instituciones externas escapan de la administración pública logrando mayores eficiencias.

Contacto con la industria, con el fin de vincular a los estudiantes y académicos con los problemas que afectan a las empresas locales, se desarrollan conferencias, eventos, difusión de tecnologías de la universidad y desarrollo de proyectos conjuntos.

Apoyo al emprendimiento, a través de guías para el desarrollo de Spin-Off, asesorías en estrategias de protección, comercialización y apoyo para generar redes de contacto.

Conclusiones

- No existen métricas estándar y definidas para evaluar cambios en materia de transferencia tecnológica, pero sí es posible seleccionar KPI's para determinados objetivos.
- Las universidades seleccionadas demuestran que es posible ser instituciones de clase mundial en innovación y emprendimiento en ambientes desfavorables, tanto en términos culturales como administrativos.
- Las universidades observadas no buscan retornos en el corto plazo e incluso están dispuestas a aceptar pérdidas, con el fin de generar una transferencia tecnológica exitosa que genere retornos en la formación de estudiantes, e impacto en la sociedad.
- Las universidades seleccionan las áreas en las que buscan generar impactos en función de sus capacidades.
- Las universidades públicas generan procesos administrativos eficientes para poder relacionarse con el medio. Por ejemplo, la Universidad de Manchester realiza sus actividades de transferencia tecnológica a través de una institución privada que es de su propiedad.
- El objetivo que busca la universidad al momento de desarrollar transferencia tecnológica es fundamental a la hora de seleccionar actividades para su fomento.

2.2.2 Estados Unidos

Introducción

Estados Unidos es el país con mayor gasto en I+D del mundo. Durante el año 2011, las universidades gastaron 65,1 billones de dólares¹³, un 6,3% más con respecto al año anterior. La magnitud de los presupuestos de las universidades norteamericanas dificulta la comparación con el caso nacional. Sin embargo, este país es líder en transferencia tecnológica y muchas de las políticas que hoy se aplican en todo el mundo tienen su origen en universidades norteamericanas. Con respecto al retorno del gasto en I+D, en 2011 las universidades miembros de la Association

¹³ <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf13305/>

of University Technology Managers(AUTM)¹⁴ recaudaron 2,5 billones de dólares en concepto de licenciamiento y royalties. Postularon 13.271 nuevas patentes y crearon 617 start ups a partir de los resultados de investigación¹⁵.

Metodología

Se investigaron universidades de distintos lugares del país, que pertenecieran a las 30 universidades con mayor presupuesto en I+D¹⁶. Específicamente se revisó el proceso de Transferencia Tecnológica de:

- Massachusetts Institute of Technology (MIT).
- University of California.
- University of Arizona.
- University of Texas at Austin.

La información se obtuvo a través de fuentes secundarias y de las páginas web de las universidades. Adicionalmente, se revisó el trabajo desarrollado por la fundación Kaufman el año 2012 (Strom, De-Haan, & boh, 2012). De dicho trabajo, se extrae la síntesis de los programas de transferencia tecnológica que se presentan a continuación:

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

Cursos con proyectos de comercialización tecnológica: Las universidades tienen escuelas de negocios donde se dictan MBA's, los que son aprovechados para el desarrollo de equipos interdisciplinarios que trabajen en planes de negocio y desarrollen hojas de ruta de comercialización para las tecnologías desarrolladas en la universidad.

Programas de mentoría: Programas que ofrecen guía y asistencia a los proyectos de I+D aplicada en temas legales, industria, clientes, licencias, inversores, etc.

Aceleradoras/ Incubadoras: Ayuda intensiva para start-ups, mentoring, financiamiento, oficinas y en algunos casos administración y vigilancia tecnológica.

Competencias de planes de negocio: Juegan un rol fundamental en el desarrollo de spin-Offs, ya que proveen una plataforma para la formación de equipos multidisciplinarios, acceso a financiamiento y reconocimiento para los equipos ganadores.

Cursos de emprendimiento para los estudiantes: Desarrollo de cursos que inspiren a los estudiantes a desarrollar proyectos de emprendimiento y a transmitir conocimiento que facilite el desarrollo de Spin-Offs.

Formación emprendedora para académicos: ello a pesar de que los académicos son reacios a participar en talleres o programas que no estén relacionados directamente con su investigación (Strom, De-Haan, & boh, 2012). Las universidades mantienen esfuerzos proactivos en disponer de una oferta de capacitación para los investigadores que lo requieran.

¹⁴ La muestra de la encuesta AUTM explica los resultados del 94% del gasto I+D universitario en USA

¹⁵ AUTM US Licencing Activity Survey Highlights FY2011.

¹⁶ <http://www.nsf.gov/statistics/infbrief/nsf13305/>

Modelos de Transferencia Tecnológica

Los modelos de transferencia tecnológica varían según cada universidad, sin embargo, se distinguen dos dimensiones claves en el proceso de transferencia tecnológica (Strom, De-Haan, & boh, 2012):

Estructura sistemática vs crecimiento orgánico: Las universidades con baja cultura emprendedora deben esforzarse en desarrollar una estructura sistemática que permita el emprendimiento académico. Por otra parte, aquellas universidades que se encuentran en polos de innovación no necesitan el desarrollo de estructuras complejas ya que la relación entre académicos – empresas es natural y tradicional. Aquellas universidades que tienen foco en la investigación básica por sobre la aplicada deben desarrollar estructuras sistemáticas.

Recursos internos vs externos: Las universidades que se ubican en polos tecnológicos o de emprendimiento ponen mayor foco en la captación de recursos externos, mientras que las universidades que no poseen esa ventaja trabajan en generar una asignación eficiente de los recursos propios.

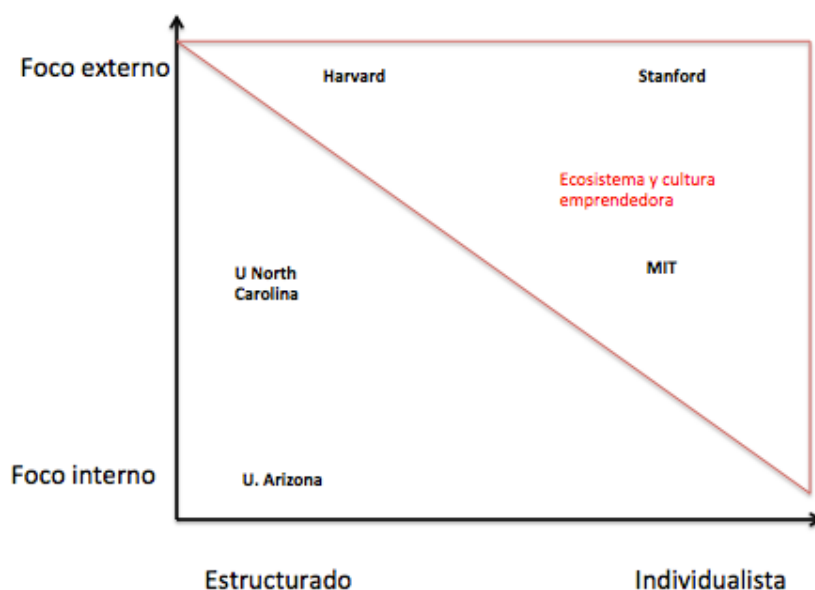


Figura 8: Modelos de emprendimiento universitario (fuente: Boh, De-Haan, Strom; 2012)

Conclusiones

- Las universidades que tradicionalmente se enfocan en investigación básica ofrecen incentivos a los académicos a través de fondos adicionales para la comercialización, asesoría y administración externa. Esto permite alinear los objetivos de las oficinas de transferencia tecnológica con los de académicos interesados en el desarrollo de investigación básica.
- Los sistemas de transferencia tecnológica buscan incorporar a toda la comunidad universitaria a través de un proceso administrativo eficiente, incentivos a los investigadores para realizar I+D aplicado y estudiantes que apoyen y se hagan parte del proceso de transferencia tecnológica.

- Las universidades ofrecen cursos de emprendimiento y negocios a los estudiantes de postgrado, sin importar su área de investigación. Por ejemplo la University of Arizona¹⁷ ofrece un Minor doctoral en emprendimiento para sus estudiantes de doctorado.
- Del mismo modo, a los estudiantes de las escuelas de negocio de pregrado y postgrado son incentivados a buscar oportunidades de negocio en proyectos de transferencia tecnológica.
- Todas las universidades revisadas tienen centros de emprendimiento enfocados en desarrollar y administrar cursos de emprendimiento, generar eventos como competencias de negocios, promover el emprendimiento en el campus, generación de redes interdisciplinarias, entre otras.

2.2.3 España

Introducción

En España, el gasto universitario en I+D en 2011 alcanzó los 3.224 millones de Euros¹⁸. De dicho monto, un 50% es financiado por los presupuestos generales de las universidades. Con respecto a los resultados de la investigación, se publicaron 36.129 artículos ISI, 40 solicitudes de patente e ingresos por 2,4 millones de Euros provenientes de 212 licencias¹⁹. Adicionalmente, España posee una política orientada a la creación de empresas Spin-Off. El 2011 se crearon 111 empresas, alcanzando las 584 empresas Spin-Off creadas en los últimos años con vigencia. De ese total, 36 aumentaron capital²⁰.

Universidad Politécnica de Madrid

La UPM destaca por sobre el resto de las universidades españolas en los índices de transferencia tecnológica²¹. El año 2011 fue la número 1 en creación de empresas Spin-Off (17) y en captación de contratos de I+D.

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

La UPM ofrece una amplia gama de programas de apoyo a los investigadores para que estos transfieran su tecnología, los que se agrupan en dos oficinas:

Oficina de Transferencia Tecnológica (OTT)²²: Unidad enfocada en entregar apoyo administrativo a todos los convenios y contratos que se generan en materia de transferencia tecnológica entre la Universidad y terceros. Dentro de los servicios se destaca:

- Gestión de ingresos.
- Gestión de gastos.
- Justificación de proyectos de investigación subvencionados.
- Preparación documental y registro de contratos.

¹⁷ https://entrepreneurship.eller.arizona.edu/academic/doctoral_minor.asp

¹⁸ Fuente: Informe de la Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento 2011 de las universidades españolas. Este instrumento obtuvo una tasa de respuesta del 94% Link: http://www.crue.org/Publicaciones/Documents/Informe%20Redotri/INFORME-ENCUESTA_2011%20RedOTRI.PDF

¹⁹ *Ibíd.*

²⁰ *Ibíd.*

²¹ *Ibíd.*

²² <http://www.upm.es/institucional/Investigadores/Apoyo/GestionProyectos>

Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI)²³ : Mientras que la OTT se preocupa de gestionar la Transferencia Tecnológica, la OTRI esta un paso más atrás y busca generar las oportunidades de Transferencia a través de las siguientes actividades:

- Identificación y difusión de la oferta tecnológica de la Universidad.
- Protección de resultados de investigación.
 - Seminarios y repositorio de estos.
 - Asesoramiento especializado.
- Promoción y comercialización de tecnologías.
 - Cursos y seminarios para investigadores como Marketing de Tecnológica, Propiedad Industrial, Venta de tecnología, Rentabilidad tecnológica, Comunicación efectiva, etc.
- Creación de empresas Spin-Off :
 - Seguimiento desde la fase inicial hasta la constitución de la empresa.
 - Análisis de la viabilidad del proyecto.
 - Asesoría.
 - Orientación en la redacción del plan de negocio.
 - Acciones formativas orientadas a la necesidad del equipo.
 - Visibilidad para inversores y apoyo en la búsqueda de financiamiento.
 - Competencias de creación de empresas
- Apoyo a la creación de cátedras Universidad-Empresa: Creación de cursos de formación profesional para empresas.

Parque científico y tecnológico²⁴ : El parque científico y tecnológico busca dinamizar el flujo de conocimiento entre la universidad, la empresa y otros organismos que forman parte de este. Los objetivos del parque son:

- Ser un marco de referencia para la ciencia y tecnología, en el que interactúen la empresa y la universidad.
- Dinamizar la creación de nuevos centros de I+D en la UPM, o en conjunto con otras entidades.
- Establecer acuerdos estables con organizaciones empresariales y con las administraciones públicas para el desarrollo de I+D.
- Apoyar la creación y financiamiento de Spin-Offs mediante la creación de incubadoras y aumentar el rol social de la universidad.

Modelo de Transferencia Tecnológica

El modelo de transferencia tecnológica se caracteriza por sus esfuerzos por generar colaboración entre la universidad y la empresa a través de su parque tecnológico. Además, se incentiva y se realizan esfuerzos para el desarrollo de científicos emprendedores, capaces de liderar proyectos y generar redes multidisciplinares²⁵.

²³ <http://www.upm.es/institucional/Investigadores/Apoyo/OTRI>

²⁴ <http://www.upm.es/sfs/Investigadores/Parque%20UPM/documentos/parque.pdf>

²⁵ <http://www.oepm.es/cs/OEPMSite/contenidos/ponen/CursoVeranoLaGranja/Meneses-07.pdf>

Finalmente, tienen un proceso especial para fomentar la generación de empresas en base a incentivos y apoyo a los académicos. Este proceso tiene un fuerte énfasis en la formación de un equipo emprendedor multidisciplinario.

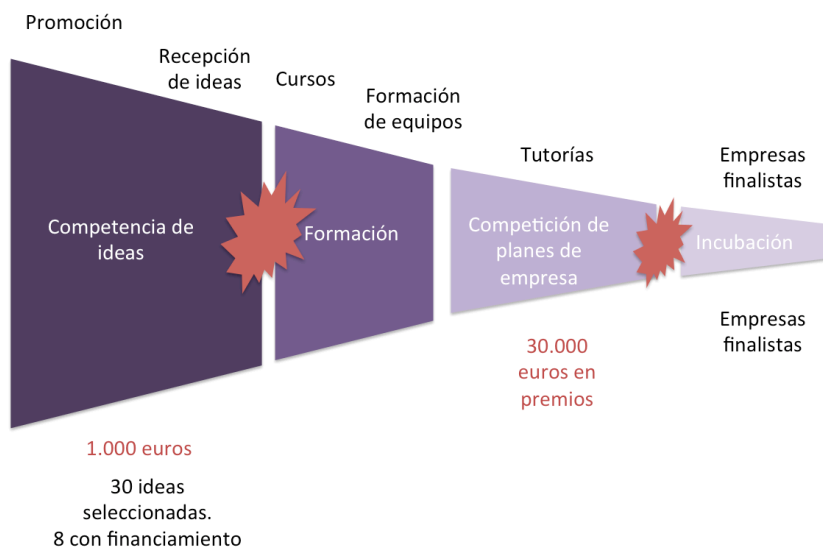


Figura 9: Proceso de generación de Spin-offs²⁶

Conclusiones

Las universidades en España han asumido un fuerte compromiso con la transferencia de conocimiento, lo que se ve reflejado en el fuerte gasto que efectúan.

Un factor de diferenciación del caso español es la formación de redes inter-universidad a través de la red OTRI, que agrupa a las oficinas de transferencia de resultados de investigación de 69 universidades de dicha Nación.

Finalmente, se destaca la política enfocada en la creación de Spin-Off por sobre los procesos de transferencia a través del licenciamiento. En el caso de la Universidad Politécnica de Madrid, esto se logra a través de un proceso de generación de Spin-Off que incentiva el desarrollo de equipos multidisciplinarios.

2.3 Buenas Prácticas Nacionales

2.3.1 Contexto Histórico

Basado en un informe de CORFO (Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, 2013), se presenta información sobre las capacidades de las cuatro universidades chilenas de mayor presupuesto aplicado en I+D.

²⁶ Ibíd.

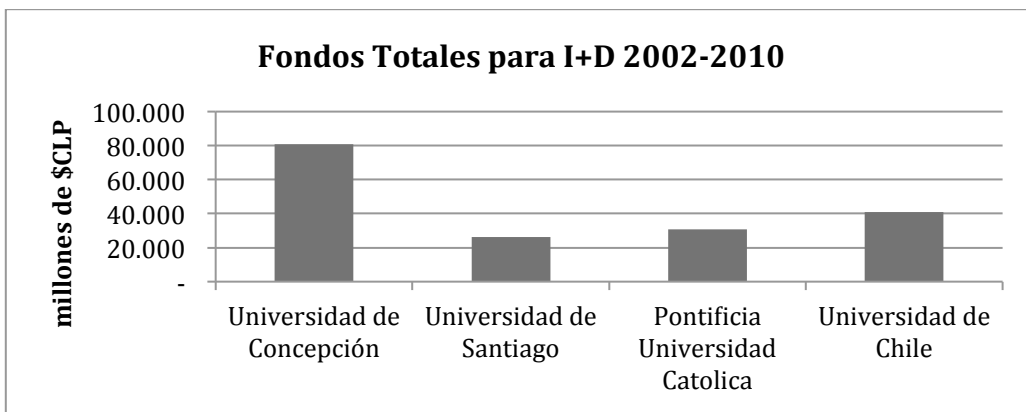


Figura 10 : Fondos totales de I+D de las cuatro universidades más importantes en términos de obtención de recursos (Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, 2013).

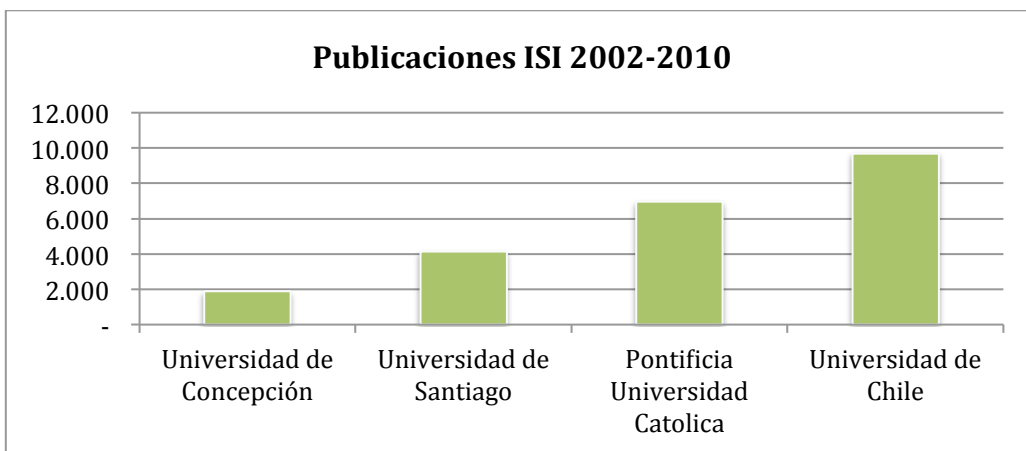


Figura 11 : Publicaciones ISI 2002-2010 (Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, 2013).

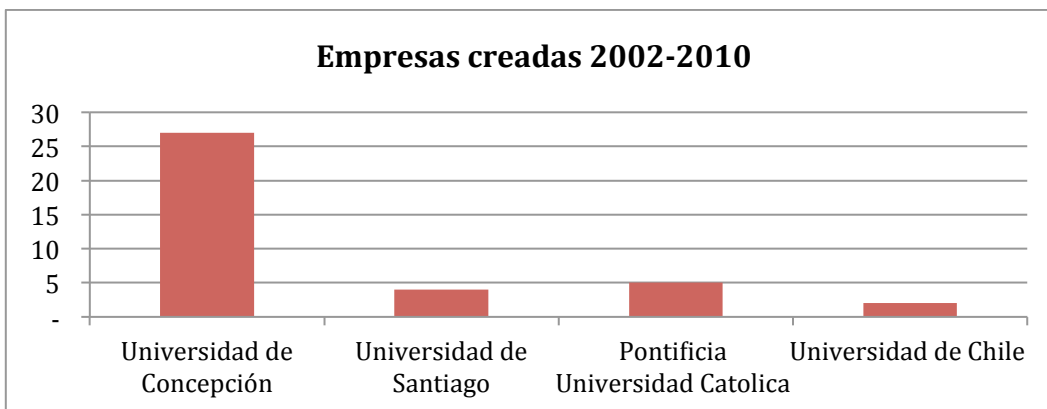


Figura 12: Empresas creadas 2002-2010 (Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, 2013).

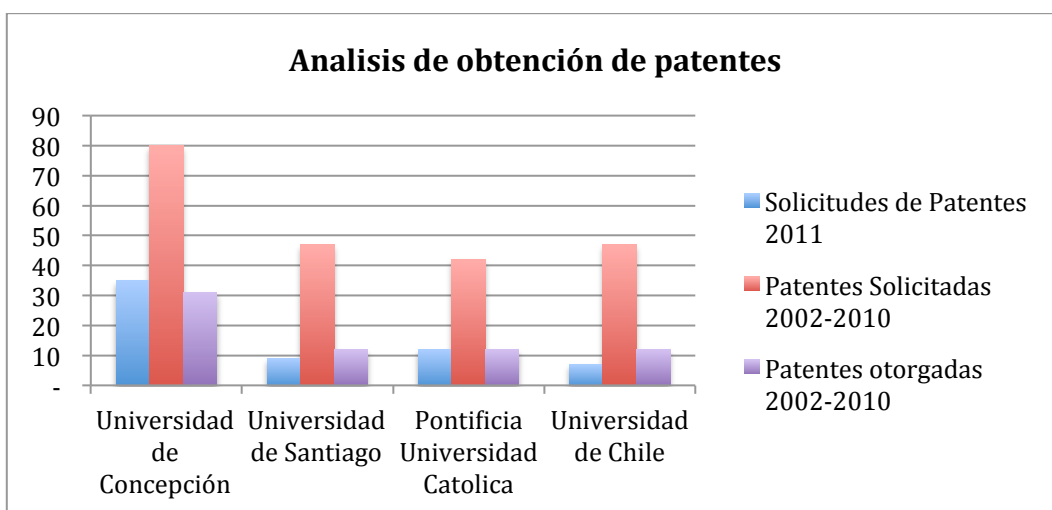


Figura 13: Análisis de patentes de las cuatro universidades de mayor presupuesto en I+D en Chile (Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, 2013).

Como se puede apreciar en los gráficos, la universidad de mayor presupuesto de I+D es la Universidad de Concepción. Por otro lado, la Universidad de Chile se diferencia de las otras instituciones en el fuerte foco en las publicaciones ISI. En contraste, la Universidad de Concepción lidera en términos de generación de Spin-Off y de patentes, mientras que es la menor en número de publicaciones ISI.

2.3.2 Contexto Actual de las Facultades de Ingeniería

En el contexto del Concurso Ingeniería 2030, las tres Universidades anteriormente analizadas declararon información relevante y actualizada de sus KPI. A continuación se presenta dicha información. Es importante destacar que los datos corresponden exclusivamente a las facultades de ingeniería de cada universidad:

Indicador	Universidad de Concepción		Universidad de Santiago		Universidad Católica		Universidad de Chile	
	Valor	Año	Valor	Año	Valor	Año	Valor	Año
Publicaciones ISI	0,63*	2008-2012	320	2010-2012	1,6*(186)	2012	1,6*(333)	2012
Número de Spin-Off	1	2004-2013	1	2013	11	1999-2014	1	1994-2014
Financiamiento público y privado para I+D aplicado (USD MM \$)	5	2013	2,78	2013	S/I		5**	2013
Ingreso por I+D aplicada y consultorías (USD MM \$)	10	2013	S/I		S/I		48	2013
Número de patentes solicitadas	36	1995-2012	14	2010-2012	70	2000-2013	16	2010-2013

Tabla 2 : Información de las facultades de ingeniería (fuente: Planes Estratégicos para ING 2030) *: Papers ISI/Staff académico. **: Solo Fondos INNOVA CORFO para I+D Aplicado.

A continuación se presenta información detallada de las 3 universidades nacionales presentadas en la parte anterior:

2.3.3 Universidad de Concepción

La Universidad de Concepción cuenta con 24.365 alumnos de pregrado y 2.178 alumnos de postgrado. En materia de investigación tiene 20 centros de I+D, 13 patentes solicitadas a nivel nacional en 2013 y su incubadora de negocios tiene 42 iniciativas y 25 egresadas al año 2013.

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT)²⁷ : Centro autónomo y autofinanciado que tiene como fin generar conocimiento y transferirlo. Cuenta con 129 colaboradores y de ese total, 19 son administradores. Opera en cuatro áreas de impacto en la región: Medio Ambiente, Bioenergía, Biomateriales y Productos químicos. Cuenta con laboratorios para cada una de las áreas.

El foco de la UDT es generar relaciones con las empresas. Desde su fundación en el año 1998 ha recibido CLP \$3.782 millones de pesos proveniente de empresas, ha obtenido 7 contratos de licenciamiento y creado 14 Spin-Off.

Los servicios de gestión tecnológica de la UDT se dividen en tres:

- Gestión de propiedad intelectual.
- Empaquetamiento y licenciamiento de tecnologías.
- Creación y apoyo de Spin-Offs.

Estos tres servicios son, en una instancia preliminar, gestionados por un ingeniero de gestión de tecnología, quien identifica los resultados de I+D y genera la información relevante para que un comité de innovación evalúe la propuesta, que en caso de ser satisfactorio, se procede a financiar el servicio.

Oficina de transferencia y Licenciamiento (OTL)²⁸ : La OTL se crea en el año 2012 con el apoyo de CORFO, tiene un fuerte foco en el proceso de transferencia tecnológica a través del licenciamiento. Su objetivo es promover el trabajo conjunto entre la OTL y el investigador. Dentro de los servicios diferenciadores que ofrece se encuentran:

- Evaluación del descubrimiento: En conjunto con la participación del inventor se evalúa el mercado y las tecnologías competidoras para evaluar el potencial de la invención. En paralelo, la Unidad de Propiedad Industrial evalúa alternativas para su protección.
- Promoción de la tecnología: Se identificó que la mayoría de los licenciarios son conocidos de los inventores, es por esta razón que la OTL se enfoca en la generación de redes académicos-empresa. Además, han generado un *market place*²⁹ donde exhiben los resultados de investigación que son potencialmente transferibles.
- Negociación: La OTL se encarga de gestionar los acuerdos de licenciamiento y genera seguimiento a los contratos de licenciamiento.

Incubadora Idea-Incuba³⁰: Incubadora de empresas de alta tecnología de la Universidad de Concepción. Tiene como misión crear empresas a partir de los resultados de investigación que

²⁷ http://redg9.cl/wp-content/uploads/2014/01/10_CaraSello_UdeC_Alex_Berg.pdf

²⁸ <http://www.otludec.cl/doc/guiadelinventorweb.pdf>

²⁹ <http://www.otludec.cl/market.html>

³⁰ <http://incubaudec.cl/>

se generan en la universidad y también de desarrollos tecnológicos provenientes del sector externo. Los servicios que ofrecen son:

- Patrocinio.
- Redes nacionales e internacionales.
- Mentoring, capacitación y networking.
- Acceso a financiamiento.
- Asesoría estratégica en modelo de negocios.
- Propiedad intelectual.
- Difusión y comunicación en medios.
- Servicios de infraestructura.

Incentivos económicos para académicos: Según el reglamento relativo a los derechos de propiedad intelectual e industrial de la Universidad de Concepción³¹. La Universidad de Concepción es titular única y exclusiva de todo privilegio industrial producido o desarrollado por personas contratadas en una relación dependiente o independiente con ésta. Sin embargo, como modo de incentivo a realizar Transferencia Tecnológica, la universidad comparte el 50% de los beneficios derivados de la explotación comercial y económica con los inventores.

Perfil de los Académicos: Para formar parte de la planta académica de la Universidad de Concepción se requiere:

- Grado académico de doctor.
- Experiencia docente.
- Experiencia en investigación científica medible en proyectos y/o publicaciones.
- Carta que describa el proyecto académico que se pretende desarrollar.

2.3.4 Universidad de Santiago de Chile

La Universidad de Santiago posee 7 facultades, 10 centros de investigación y 111 laboratorios de investigación especializada. Además, el 2013 inició la construcción de un nuevo edificio de investigación de 3 mil metros cuadrados en 5 pisos. La USACH apunta a diferenciarse de las universidades que solo realizan investigación básica al fomentar la docencia a través de la investigación, desarrollo e innovación (I+D+i). En el último tiempo, con fuerte apoyo de fondos estatales, la universidad se ha enfocado en generar resultados tecnológicos de impacto y en transferirlos a la comunidad³². A fines del 2013, la USACH posee un registro de 97 inventos, 45 patentes concedidas (28 en el extranjero) y manteniendo en trámite 54 patentes nacionales y 54 en el extranjero. Además, tienen 10 patentes licenciadas.

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

Dirección de Gestión Tecnológica³³: Se encarga de prestar apoyo a la innovación desde la generación de ideas hasta la fase de comercialización de los resultados de investigación.

³¹ <http://www.otluddec.cl/doc/RPIACTUALIZADO.pdf>

³² Luis Magne, Director Dirección de Gestión Tecnológica, en entrevista a El Mercurio – Ediciones Especiales el 30-04-2014 Link : <http://www.edicionesespeciales.elmercurio.com/destacadas/detalle/index.asp?idnoticia=20140430157935>

4

³³ <http://www.dtt.udesantiago.cl/>

Se caracteriza por tener dos grandes servicios:

- Empresas: Ofrece un catálogo con todas las tecnologías disponibles, generadas por la universidad y que podrían ser interés para las empresas. También posee uno de proyectos que se encuentran en desarrollo. Ambos se encuentran disponibles para el público general y tiene como foco la llegada a las empresas.
- Investigadores: Cuenta con una unidad de apoyo y fomento a la I+D+i, que consta de dos ingenieros de proyectos cuyas funciones son apoyar y fomentar el desarrollo de los proyectos. Además, presta servicios jurídicos y apoyo para los procesos y trámites internos. Dentro de los servicios que ofrece se destacan:
 - Postulación a fondos de financiamiento a la investigación.
 - Apoyo a la postulación de proyectos I+D+i.
 - Proceso de transferencia tecnológica y comercialización efectiva:
 - Evaluación preliminar del impacto de la investigación.
 - Evaluación del descubrimiento y desarrollo de una estrategia de protección industrial.
 - Desarrollo de una estrategia de comercialización.
 - Seguimiento y obtención del retorno económico de la licencia.

Centro de Innovación y Transferencia Tecnológica INNOVO: Para transferir en forma de Spin-Off, la Dirección de Gestión Tecnológica aprovecha los recursos de la Incubadora de negocios de la USACH, donde los académicos son asistidos en el desarrollo de los emprendimientos con base tecnológica. La incubadora ofrece:

- Redes y vinculación con otros emprendedores científicos.
- Capacitación en temas de emprendimiento.
- Apoyo a las necesidades de cada proyecto:
 - Pre incubación.
 - Incubación.
 - Crecimiento de la empresa.

Sociedad de Desarrollo Tecnológico USACH (SDT)³⁴: Entidad privada creada por la Universidad de Santiago para desarrollar, coordinar, promover y apoyar las actividades que realiza la universidad en materias de asistencia técnica, capacitación, consultoría y prestación de servicios a la comunidad en general y con foco en el sector empresarial.

Marco para la generación de Spin-Off: La universidad se encuentra desarrollando un reglamento que permita la generación de Spin-Offs. El Vicerrector de Investigación, Desarrollo e Innovación³⁵ estima en base a diagnósticos realizados que se podrían tener cinco Spin-Off al año. Para lograr dicha cifra, cuentan con CLP \$10 mil millones de presupuesto, con foco en las áreas acuícola, nanociencia, nanotecnología, biotecnología, entre otras. Del presupuesto total, se pretende destinar CLP \$50 millones para apoyar 5 proyectos tecnológicos de estudiantes y, con el fin de aumentar la investigación multidisciplinaria, se financiarán 6 proyectos asociativos con un capital semilla de CLP \$ 25 millones.

³⁴ <http://www.sdtusach.cl/>

³⁵ Oscar Bustos en entrevista al Diario Financiero, el 07/07/2014 : <https://www.df.cl/noticias/empresas/innovacion-y-sustentabilidad/universidad-de-santiago-elabora-nuevo-marco-para-impulsar-creacion-de-spin-off/2014-07-04/171755.html>

Perfil de académicos: Para formar parte de la planta académica de la USACH se exige:

- Grado de Doctor.
- Experiencia en docencia universitaria.
- Acreditar antecedentes de resultados de investigaciones.
- Acreditar capacidad de gestionar programas de estudio.
- Capacidades:
 - Trabajo en equipo.
 - Trabajar proactiva y creativamente (emprendimiento e innovación).
 - Capacidad para implementar y trabajar bajo esquemas de planificación estratégica.

2.3.5 Pontificia Universidad Católica de Chile

La PUC ha mejorado sistemáticamente su sistema de transferencia tecnológica. Mientras el 2011 fue la segunda institución³⁶ que más solicitudes de patentes realizó, el 2013 fue la primera institución con 18 solicitudes³⁷. Este año se inauguró la Dirección de Transferencia Tecnológica que tiene como foco la generación de vínculos con las empresas³⁸.

Programas para facilitar la transferencia tecnológica

Centro de innovación Anacleto Angelini³⁹: Parque tecnológico de 9.000 metros cuadrados repartidos en 11 pisos. El foco es la interacción entre investigadores, estudiantes, emprendedores y empresas. Se utilizará el espacio para impartir docencia, albergar los programas de innovación de la casa de estudio y se habilitarán laboratorios e instalaciones para 30 empresas del programa Start-up Chile y para las empresas que participan del programa, dentro de las cuales destaca CODELCO, Sonda, Google y Entel.

Dirección de Transferencia Tecnológica: es la unidad encargada de impulsar la investigación aplicada, gestionar la identificación, protección y posterior transferencia de los resultados de investigación que se realiza en la Universidad Católica. Posee un equipo de profesionales que asesora y apoya a los investigadores en todo el proceso de transferencia:

- Postulación a fondos concursables.
- Gestión de la protección de los resultados.
- Evaluación del potencial de transferencia.
- Búsqueda de socios o demandantes de la tecnología.
- Velar por el cumplimiento de los acuerdos comerciales.

³⁶ Reporte INAPI 2012 : <http://www.innovacion.gob.cl/wp-content/uploads/2012/05/REPORTE-INAPI-2012.pdf>

³⁷ <http://www.uc.cl/es/la-universidad/noticias/15193-uc-obtiene-primer-lugar-en-solitudes-de-patentes-de-invencion>

³⁸ Álvaro Ossa, Director de Transferencia y Desarrollo UC en Entrevista al Diario Financiero, el 20/01/2014 : <https://www.df.cl/noticias/empresas/innovacion-y-sustentabilidad/uc-busca-posicionarse-a-2020-como-lider-regional-en-transferencia-tecnologica/2014-01-17/203641.html>

³⁹ <http://centrodeinnovacionuc.cl/en/>

Fundación Copec-UC⁴⁰: La fundación Copec-UC es una alianza estratégica entre Empresas COPEC y la PUC, que tiene como misión promover la investigación y desarrollo aplicada a las necesidades de la sociedad. Sus líneas de acción son:

- Financiamiento.
- Actividades de difusión tecnológica, seminarios.
- Mentoring especializado para apoyar y orientar los proyectos I+D que participan en el programa.

Programa Acelerador UC⁴¹: Fondo de CLP \$200 millones para apoyar a los investigadores a llevar sus resultados a la sociedad. Adicional al apoyo financiero cuenta con el soporte de mentores. El requisito es que participe un académico de planta. Para acceder al servicio, se evalúa la potencialidad de transferencia, el impacto a la sociedad y el equipo desarrollador.

Propiedad de los resultados de Investigación: Según el reglamento de propiedad industrial e intelectual UC: *“El derecho de propiedad industrial sobre las invenciones que se desarrollen por los miembros de la comunidad universitaria o por cualquier persona que participe en actividades o proyectos de la Universidad en cualquier régimen, incluidos los académicos y los alumnos visitantes, pertenecerá a la Universidad”*. No obstante, de los beneficios económicos que perciba la Universidad como producto de la comercialización o explotación de los derechos de propiedad intelectual, licenciamiento u otra, se distribuirán de la siguiente manera:

- Creador: 50%.
- Facultad, Departamento: 30%.
- Universidad: 20%.

2.3.6 Conclusiones

Las universidades chilenas tienen bajos niveles de transferencia tecnológica: bajo presupuesto, pero no baja eficiencia. Los resultados de obtención de patentes, licenciamiento y generación de Spin-Off en las universidades chilenas son bajas en comparación con las universidades que lideran en temas de I+D+i+e en el mundo. Sin embargo, esto se explica por el bajo presupuesto en I+D aplicado que tienen las universidades, las empresas y el país en su conjunto (Ver Anexo N° 2).

Por otro lado, si analizamos la eficiencia del proceso, es decir, resultados/gasto en I+D, tomando como muestra el indicador de solicitudes de patentes (Anexo N° 3) se observa que Chile es un país líder en número de solicitudes de patentes por millón de dólares. Este resultado es en gran parte gracias a las cuatro universidades mencionadas en el capítulo, las cuales lideran el ranking de solicitudes 2011⁴² y en conjunto tienen la propiedad del 64% de las patentes solicitadas.

Las universidades estudiadas realizan distintos tipos de esfuerzos para aumentar la tasa de transferencia tecnológica. Cada universidad ha apuntado esfuerzos a distintos tipos de

⁴⁰ <http://www.fundcopec-uc.cl/>

⁴¹ http://investigacion.uc.cl/images/pdf/innovacion/Resumen_Programa_Acelerador.pdf

⁴² Reporte INAPI 2012

transferencia tecnológica: la Universidad de Concepción apuesta por un centro de investigación aplicada que genere y transfiera conocimiento para la sociedad a través de su Unidad de Desarrollo Tecnológico; la Universidad Católica busca desarrollar vínculos Universidad-Empresa que guíen la investigación por medio de su centro de innovación, y la Universidad de Santiago está realizando esfuerzos para desarrollar Spin-Offs a partir de los resultados de su investigación.

Todas las Universidades estudiadas tienen una Incubadora para sus Spin-Offs. Las tres universidades nacionales tienen una incubadora para desarrollar empresas a partir de los resultados de investigación, y para recibir start-ups externos. Estas instituciones no solo otorgan el beneficio de asesorías para los nuevos negocios, también permiten la generación de redes de emprendedores.

Los Académicos son reclutados con indicadores no exclusivamente académicos. Tradicionalmente los académicos son valorados por su experiencia docente y sus publicaciones, no obstante, las universidades estudiadas, en línea con la tendencia mundial, están exigiendo a sus académicos habilidades de comunicación efectiva, gestión de proyectos, capacidad de trabajo en equipo y experiencia en proyectos de I+D aplicada y/o experiencia laboral.

La propiedad industrial es de la Universidad. Todo lo que se obtenga en dependencias de la universidad, con personal que trabaje para esta, es de la universidad. No obstante, para fomentar la transferencia tecnológica las universidades ceden un porcentaje de las ganancias a los creadores de la innovación.

El licenciamiento es la vía más incentivada y desarrollada por las universidades. Las universidades ponen énfasis en el modelo de transferencia tecnológica lineal, con foco en la obtención de patentes para luego obtener una licencia. Como se mencionó en el marco conceptual del presente trabajo, el énfasis en el proceso de solicitud de patentes tiene el defecto de desestimar proyectos que son un aporte para la sociedad, pero que no son lo suficientemente rentables como para realizar un proceso de obtención de patente y posterior licenciamiento. Además, existen desarrollos que no son patentables.

El académico no es un emprendedor. Las universidades han internalizado que un académico tiene motivaciones completamente distintas a las de un emprendedor y su orden de prioridades: reconocimiento entre pares por sobre ánimo de lucro e investigación por sobre otras actividades. Esto ha direccionado el esfuerzo de las universidades en apoyar al académico en todo el proceso de transferencia tecnológica a través de la asistencia externa y a incentivarlo a desarrollar proyectos a cambio de fondos para investigación o desarrollo de su carrera académica.

Capítulo 3: Caracterización del sistema de transferencia tecnológica de la FCFM

3.1 Introducción

El presente capítulo tiene como fin caracterizar el proceso de transferencia tecnológica de la FCFM. Para lograr esto, se presentarán las formas de transferencia tecnológica que se dan actualmente y las opciones de financiamiento para el desarrollo de proyectos potencialmente transferibles. En las conclusiones se aplica lo revisado en los capítulos anteriores, identificando los factores institucionales que dificultan o facilitan la transferencia de conocimiento desde la FCFM.

3.2 La FCFM en cifras

La FCFM posee 13 programas de pregrado (9 de ellas ingeniería), 23 programas de magíster y 12 de doctorados. Cuenta con 4.700 estudiantes, seleccionados del 3% superior en las pruebas de admisión a la educación superior. Con respecto a la planta académica de la Facultad, posee 206 profesores full-time (95% de ellos con PhD), mientras los de jornada parcial son más de 600. Un dato no menor de la FCFM son los 50 científicos, 100 becarios post-doctorales y lo más de 1.600 empleados que forman parte del *staff* colaborativo (1.200 de ellos trabajan para proyectos y servicios externos) (FCFM - Universidad de Chile, 2013).

A continuación, se presenta la estructura de ingresos de la FCFM, que en 2013, alcanzó los USD\$ 90 millones de dólares:

Tipo de ingreso	2011	2012	2013
Pregrado	24%	28%	27%
Postgrado y educación continua	10%	11%	9%
Subsidios del gobierno para investigación	12%	12%	11%
Servicios a terceros	55%	49%	53%
Total	100%	100%	100%

Tabla 3: Estructura de ingresos de la FCFM (Fuente: Plan estratégico FCFM)

De dicha tabla se puede apreciar el importante rol que cumple en el financiamiento de la FCFM la prestación de servicios a terceros y los subsidios que entrega el gobierno en materia de investigación.

En el año 2012, la FCFM destinó CLP\$ 10.750 millones a investigación y sus académicos realizaron 330 publicaciones ISI. La investigación se realiza principalmente en centros de investigación que se caracterizan por generar la mayor actividad de vinculación con el sector productivo y la sociedad. Destacan los Centros de Excelencia (Institutos milenarios, FONDAP y fondos basales). Del total de dichos centros liderados por académicos de la Universidad de Chile, el 60% se alberga en la FCFM⁴³. En el Anexo N°4 se presentan los que forman parte de la FCFM.

Es importante destacar que para la Universidad, la FCFM es la facultad más importante en términos de producción científica, lo que se puede apreciar en la figura 14, donde se puede ver el volumen de publicaciones ISI-WOS de la FCFM con respecto a la Universidad (de un universo de 18.403 publicaciones a la fecha):

⁴³ Rakidum, Centros de Investigación de la Universidad de Chile, Junio 2014: <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/investigacion-en-cifras/5300/centros-de-excelencia>

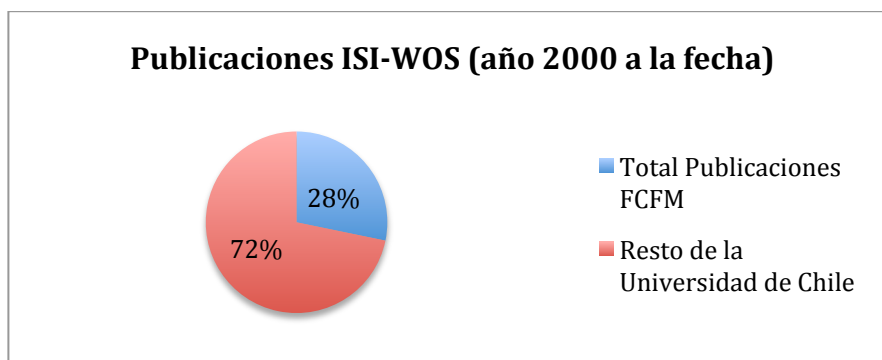


Figura 14: Publicaciones ISI-WOS Universidad de Chile (Fuente : VID-Universidad de Chile).

3.3 Instituciones relevantes en el proceso de transferencia tecnológica y su función

3.3.1 Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo de la Universidad de Chile (VID)⁴⁴

La VID tiene la misión de articular en la Universidad de Chile la investigación, innovación y creación artística que se realiza en las unidades académicas de toda la universidad. Sus objetivos específicos son los siguientes:

- Articular la investigación de excelencia manteniendo el liderazgo nacional en productividad científica.
- Articular y fomentar la innovación basada en ciencia originada por los investigadores en sus Facultades e Institutos.
- Estimular una investigación orientada a los temas de interés nacional, que contribuyan a la solución de problemas sociales, culturales, científicos y tecnológicos de alcance nacional.
- Sistematizar la información e indicadores en el área de la investigación de manera centralizada, validada y transparente.
- Potenciar la relación Universidad-Gobierno-Empresa.
- Representar a la Universidad de Chile a través de la investigación, innovación y creación artística, a distintas instituciones y organismos de carácter nacional e internacional.

Para cumplir con sus objetivos, la VID se divide en tres áreas. La dirección de Investigación, la dirección de Innovación y la dirección de Creación Artística. Adicionalmente, mantiene una estrecha relación con los directores de investigación de cada facultad.

Dirección de Innovación

En términos de transferencia tecnológica el área mas importante de la VID es la dirección de Innovación (DI+). Dentro de los desafíos de la actual dirección de innovación se encuentran:

- Regulación de conflictos de intereses.
- Política de Spin-Off.
- Reconocimiento académico a la labor de transmisión de conocimiento a la sociedad.

En declaraciones de su Director^{45 46} se deja constancia que la idea del área es permitir a los académicos dedicarse a la investigación mientras la DI+ se encargará de conseguir recursos, tramitar patentes, buscar socios estratégicos, negociar, etc.

⁴⁴ <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/5077/presentacion>

En concreto la DI+, principalmente a través de su área de negocios, ofrece los siguientes servicios⁴⁷ :

- Apoyo en la postulación de fondos y coordinación de los fondos adjudicados de I+D. Este apoyo no solo apunta a mejorar la tasa de adjudicación de fondos públicos de I+D, sino también a orientar los resultados de los proyectos hacia la producción de innovaciones efectivas⁴⁸.
- Revisión de contratos.
- Además, ofrecen lo que se denomina Modelo de Gestión Integral, en el cual se entrega un soporte a los proyectos en temas de formulación de proyectos, asesoría legal, aspectos administrativos, de propiedad intelectual, identificación de contrapartes y negociación de participación. Este servicio es solo para los proyectos que cumplen los siguientes requisitos:
 - Que tengan resultados de investigación susceptibles de ser apropiados por la universidad, a través de algún mecanismo de propiedad intelectual o industrial.
 - Proyectos que en base a dicha propiedad intelectual o industrial, tengan por objetivo la generación de bienes y servicios.
 - Proyectos cuyos resultados sean susceptibles de ser comercializados a través de licenciamiento o emprendimiento.
 - Proyectos en que exista compromiso e interés de parte del equipo de investigación, en dicha comercialización.

La VID recibió un fondo Innova-CORFO⁴⁹ para el fortalecimiento del departamento de desarrollo y transferencia tecnológica de la Universidad de Chile, lo que le permite generar una oferta de primer nivel como Oficina de Transferencia y Licenciamiento. A pesar de esto, en conversación con el Director de la DI+, se confirmó que el punto crítico de la VID es el apoyo para los proyectos que se encuentran en etapas iniciales, dado que no cuenta con las capacidades técnicas y humanas para absorber todos los proyectos de la universidad que están en fase de definición. Así mismo, el manejo de innovaciones disruptivas también se hace complejo por su alto grado de especificidad.

3.3.2 Comisión Central de Propiedad Industrial (CCPI)

Es una comisión compuesta por 5 miembros titulares y tres suplentes. Tiene la misión de proponer al Rector políticas universitarias en materia de Propiedad Industrial. Adicionalmente, es la encargada de definir la conveniencia de solicitar una patente de invención o un modelo de utilidad. Así también sobre la comercialización y/o cesión del uso de una patente de invención o un modelo de utilidad, a cualquier título.

En síntesis, la comisión es clave en el proceso de transferencia tecnológica, ya que es la que decide si la Universidad debe reclamar la propiedad de un resultado de investigación generado en sus dependencias.

⁴⁵ Comunicaciones VID, 17-01-2013 Link: <http://www.uchile.cl/noticias/88384/vid-presenta-nueva-direccion-de-innovacion-a-cargo-de-javier-ramirez>

⁴⁶ Comunicaciones VID, 12-05-2014. Link: <http://www.uchile.cl/noticias/101210/universidad-de-chile-lejos-la-n1-en-ultimo-concurso-fondef>

⁴⁷ <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/innovacion/94290/como-podemos-ayudarlo>

⁴⁸ Política de Innovación (VID, 2014)

⁴⁹ Código del Proyecto : 2011-12084-INNOVA_PRODUCION2011-12084

3.3.3 Fundación para la transferencia tecnológica (UNTEC)⁵⁰

La UNTEC es una fundación privada sin fines de lucro fundada por la Universidad de Chile y ligada a la FCFM, su misión es promover y ejecutar toda clase de actividades que conduzcan a una mejor utilización de la tecnología en el desarrollo económico, social y cultural del país. A partir de esta institución, la FCFM ha prestado una serie de servicios a diversas empresas provenientes del sector público y privado. Dentro de estos, destacan la realización de seminarios, consultorías y capacitaciones.

Adicionalmente, la UNTEC se encarga, en forma eficiente, de la gestión administrativa y contable de proyectos nacidos en la FCFM. Los cobros de esta institución superan el 20% de lo que facturan dichos proyectos (4,5% costos operacionales, 7,5% para Facultad y Universidad, y aproximadamente un 10% al departamento del cual proviene el proyecto) (Lambert Alegria , 2013).

Según Contraloría General de la República, la UNTEC ha presentado irregularidades en su administración y relación con la FCFM (Nº 82/2013), no obstante, estas observaciones no están relacionadas con los procesos de transferencia tecnológica que genera la FCFM a través de la fundación. En entrevista con el Director Ejecutivo de la UNTEC⁵¹, este declaró que la institución ha seguido la totalidad de las sugerencias realizadas por la Contraloría General de la República y ha regularizado sus procedimientos.

3.3.4 Incubadora de Negocios NOVOS⁵²

La incubadora de negocios NOVOS, ligada al Departamento de Ingeniería Industrial funcionó durante los años 2008 y 2011. Durante su operación, se presentaron más de 20 proyectos desarrollados por académicos con potencial de comercialización. Dentro de las actividades que realizó la incubadora destacan los siguientes:

- Cursos de desarrollo de planes de negocios para investigadores.
- Concursos de planes de negocio para investigadores.
- Manual de incubación.

No obstante, la Incubadora fue suspendida por el riesgo financiero que conlleva el tener este tipo de organizaciones, sobretodo porque no solo administraba emprendimientos de miembros de la Universidad (académicos, científicos, estudiantes), sino también proyectos de terceros.

3.3.5 Reglamentos relevantes para la transferencia tecnológica

Reglamento sobre innovaciones

Según el Reglamento que establece el procedimiento interno referido a Innovaciones desarrolladas en la Universidad de Chile⁵³ todo creador deberá poner la innovación creada en conocimiento de la CCPI, quien es la entidad que evalúa la conveniencia de solicitar protección legal. Una vez descontados los costos, los beneficios económicos derivados para la Universidad de Chile por una innovación se distribuyen según los siguientes porcentajes:

⁵⁰ <http://www.untec.cl/>

⁵¹ Roberto Corvalán, el 25-09-2014

⁵² Entrevista con Antonio Holgado, Ex Director de la institución (19-08-2014).

⁵³ Decreto Exento Nº 0021008 10.9.2007

- 33% para el investigador.
- 33% para el Hospital Clínico, Facultad o Instituto.
- 34% para el fondo general de la Universidad.

Todo resultado susceptible de ser protegido a través de patentes de invención, secreto industrial o cualquier método que contemple la ley, son propiedad de la Universidad y es la institución la que asume las obligaciones (por ejemplo, las económicas) de los procesos de protección y transferencia. No obstante, es importante destacar que en caso de la CCPI no considere de interés la creación, o si pasado el plazo de 45 (extensible a 65) días hábiles desde la puesta en conocimiento de la innovación la institución no se pronuncia, se asumirá que el creador tiene el derecho sobre su creación, pudiendo patentarla a su nombre si así lo desea.

Reglamento para generación de Spin-Off en la FCFM

Este reglamento se encuentra en desarrollo en el marco del programa Ingeniería 2030. La principal dificultad y razón por la cual tradicionalmente no se recomienda ni se fomenta la generación de Spin-Off es la restricción legal que tienen los académicos y personal full time de la FCFM por normativa vigente en la administración pública, consistente en la imposibilidad de participar en una proporción igual o mayor al 10% en la propiedad de alguna empresa que tenga un contrato con la Universidad de un monto superior a UTM 200⁵⁴ (del orden de \$ 8 Millones⁵⁵). Este reglamento es muy relevante para el caso de las innovaciones que son propiedad de la Universidad, no obstante, no genera restricción para los Spin-Off basados en innovaciones no consideradas de interés por la institución.

Con respecto a los tipos de Spin-Off y su relación con la universidad, la VID distingue tres tipos de emprendimientos⁵⁶ :

- Spin-Off sin participación de la Universidad e investigadores: Proyectos liderados por Ex alumnos o alumnos que aprovechan alguna tecnología originada al interior de la Universidad. En este caso la Universidad licencia la tecnología al emprendimiento.
- Spin-Off con participación de la Universidad: Un ejemplo de estos casos son los consorcios tecnológicos, existiendo una normativa definida para este tipo de proyectos.
- Spin-Off con participación de investigadores de la Universidad: En este caso el investigador debe ejecutar el emprendimiento en su tiempo libre y con recursos propios. En caso de generar conflicto de interés debe desvincularse de la Universidad o del emprendimiento.

3.4 Proceso de transferencia tecnológica

3.4.1 Publicaciones

Para diversas instituciones como la Universidad de Chile, CONICYT, Ranking THE⁵⁷, Ranking ARWU⁵⁸, etc. se define la productividad científica como la cantidad de Artículos ISI

⁵⁴ DFL N°1/19.653 Art. 53 D.O 17.11.2001

⁵⁵ Valor UTM : CLP \$ 42.770 el 11/14 fuente : Servicio de Impuestos Internos (SII)

⁵⁶ Política de Innovación (VID, 2014)

⁵⁷ Times Higher Education: <http://www.timeshighereducation.co.uk/world-university-rankings/2013-14/world-ranking/methodology>

publicados y la relevancia de estos⁵⁹. El hecho de asociar productividad científica a publicaciones es un fuerte argumento para justificar el énfasis que pone la FCFM y sus centros de investigación en este tipo de transferencia. El mencionado foco en las publicaciones se traduce en incentivos a los académicos de diversa índole, como ejemplo de esto, los requisitos para participar en un concurso académico para ser profesor de jornada completa en la FCFM son poseer el grado académico de doctor y demostrar capacidad de investigación mediante publicaciones en artículos indexados⁶⁰.

3.4.2 Acuerdos de licencias

En el presente trabajo se separa el proceso de acuerdos de licencia definido en el marco conceptual en dos partes:

1. **Protección de la propiedad industrial:** El proceso de protección de la propiedad intelectual es ampliamente incentivado por la Universidad. A través de la VID, se ofrece asistencia y asesoría para los académicos interesados en este proceso. Adicionalmente, con el apoyo de CONICYT y su programa FONDEF, la VID pone a disposición de toda la comunidad universitaria Manuales de Protección de la Propiedad Intelectual⁶¹ que entregan en forma detallada y amigable todos los procesos de obtención de patentes y la forma de proteger una invención.

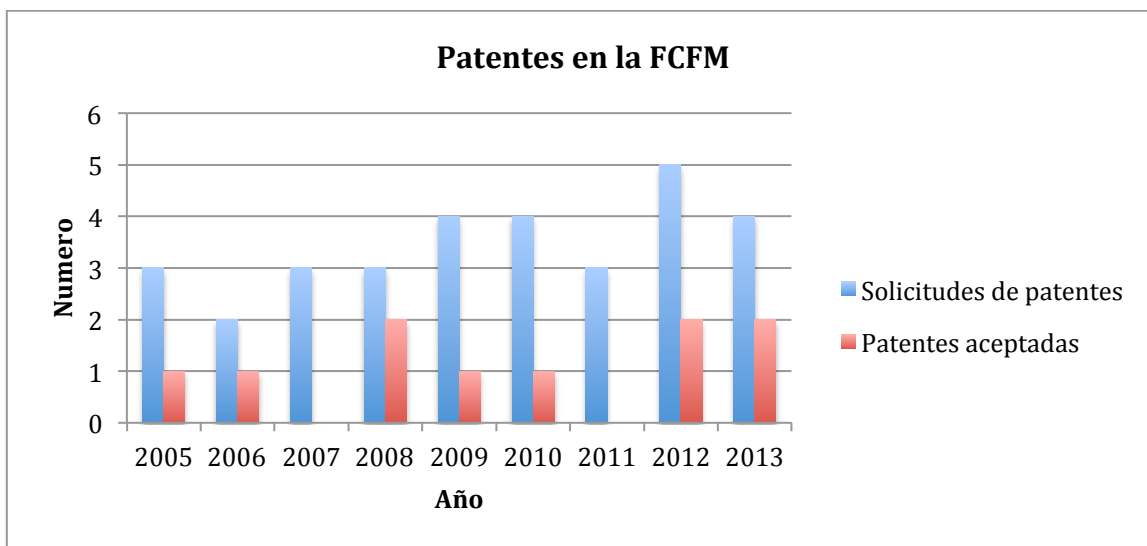


Figura 15: Numero de patentes en la FCFM (Fuente: Plan estratégico FCFM)

2. **Comercialización de la propiedad industrial (licenciamiento):** Para aquellos productos que sean susceptibles de ser apropiados por la Universidad, a través de algún mecanismo de propiedad intelectual o industrial, se ofrece un servicio de comercialización personalizada por parte de la VID. No obstante, no se han detectado plataformas

⁵⁸ Academic Ranking of World Universities: <http://www.shanghairanking.com/ARWU-Methodology-2013.html>

⁵⁹ N° de citas y N° de veces que son citados en otros documentos

⁶⁰ <http://ingenieria.uchile.cl/u/download.jsp?document=98852&property=attachment&index=1&content=application/pdf>

⁶¹ <http://www.uchile.cl/porta/investigacion/59287/manual-de-propiedad-industrial-u-de-chile>

disponibles para toda la sociedad, con fines de comercializar o contactar a investigadores que tengan resultados de investigación con potencial. Por otro lado, los Centros de Investigación que tienen como foco la relación con la industria⁶² tienen procesos autónomos para la comercialización y empaquetamiento de sus tecnologías.

3.4.3 Consultorías y Alianzas tecnológicas

Las consultorías son desarrolladas por los académicos de la Universidad, a través de la UNTEC o desde los centros de investigación de la FCFM.

Adicionalmente, existen Centros de Investigación que reciben apoyo de empresas privadas como el CEINE (Movistar) y el CF (BCI). Además, iniciativas como el Centro de Energía y el AMTC, incorporan en su directorio a representantes del mundo de la industria.

3.4.4 Emprendimiento

Actualmente no existe ningún tipo de apoyo al emprendimiento a partir de los resultados de investigación a nivel institucional (Universidad o FCFM). La principal razón es la restricción legal que enfrenta la FCFM por el hecho de ser una institución pública.

Ante esto, el Programa Ingeniería 2030, se encuentra desarrollando un documento que explica los pasos legales para desarrollar apropiadamente un emprendimiento a partir de los resultados de investigación de la Universidad y en particular de la FCFM. Esto traerá consigo un importante cambio de paradigma y nuevas oportunidades en el desarrollo de emprendimientos en la FCFM, sobretodo porque este mecanismo es considerado un buen método para acelerar la transferencia de los conocimientos desarrollados por la universidad al sector productivo (Academia Chilena de Ciencias , 2013).

A pesar de la ausencia de un canal institucional para el desarrollo de Spin-Off, en los últimos años se registran casos de éxito, canalizados a través de la UNTEC o la desaparecida incubadora de negocios del DII (NOVOS).

A continuación, se presenta un esquema del proceso de transferencia tecnológica en la FCFM:

⁶² CMM, AMTC, ISCI.

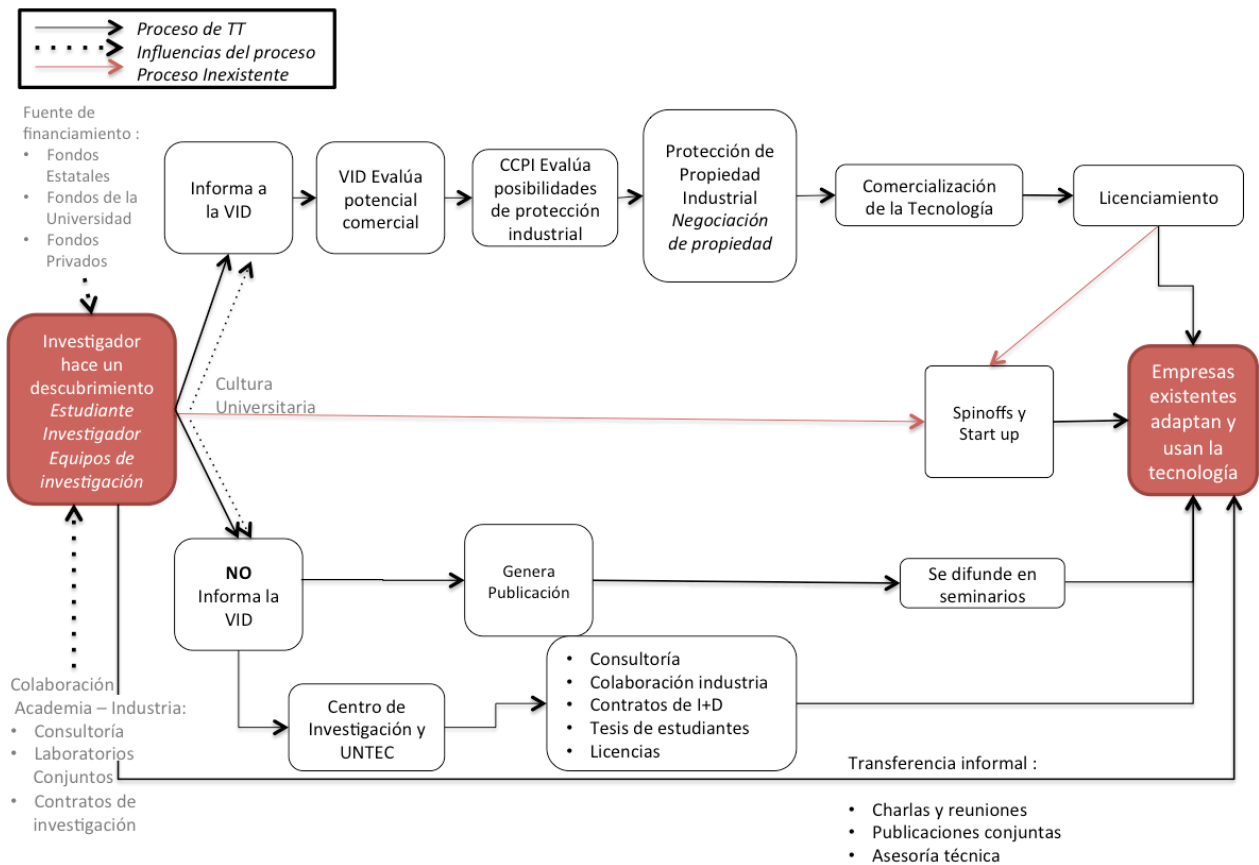


Figura 16: Proceso de transferencia tecnológica de la FCFM (Fuente: Elaboración propia)

Es importante destacar que los procesos de transferencia tecnológica no son excluyentes. Por ejemplo, a partir de una tecnología descubierta se puede patentar mediante la VID, generar un Spin-Off, desarrollar publicaciones y ofrecer consultorías con respecto al tema a través de los Centros de Investigación y Unidades de Transferencia. El objetivo central de la figura 16 es conceptualizar los distintos procesos y mecanismos para transferir tecnología desde que se genera un descubrimiento científico o tecnológico, hasta que se produce la innovación a través de la incorporación de la tecnología en una empresa u organización existente.

Como se aprecia en la figura 16, no existen procesos estandarizados para realizar Spin-Off en la FCFM, tampoco existen procesos de comercialización abiertos a través de la VID. Adicionalmente, se observa que los centros de investigación ofrecen diferentes servicios a la industria, entre ellos, licenciamiento y comercialización de tecnologías. En la Sección Anexos se presentan los procesos del AMTC y de la UNTEC (Anexo N°5), quienes poseen estructuras definidas para generar Transferencias de tecnología.

A la hora de evaluar los procesos de transferencia tecnológica se requiere la definición de indicadores (KPI), los cuales existen para el caso de las publicaciones y de generación de patentes. No obstante, no quedan claro los indicadores que cuantifican la prestación de servicios externos, licenciamiento y emprendimiento.

3.5 Financiamiento estatal a la I+D aplicada

Las universidades no tienen como fin último conducir investigación orientada al desarrollo. Esta labor de profesores y departamentos ha sido incentivada a partir de la creación de

fondos concursables de carácter aplicado (Academia Chilena de Ciencias , 2013). A continuación se presentan los instrumentos más importantes de apoyo estatal disponibles para la generación de proyectos tecnológicos:

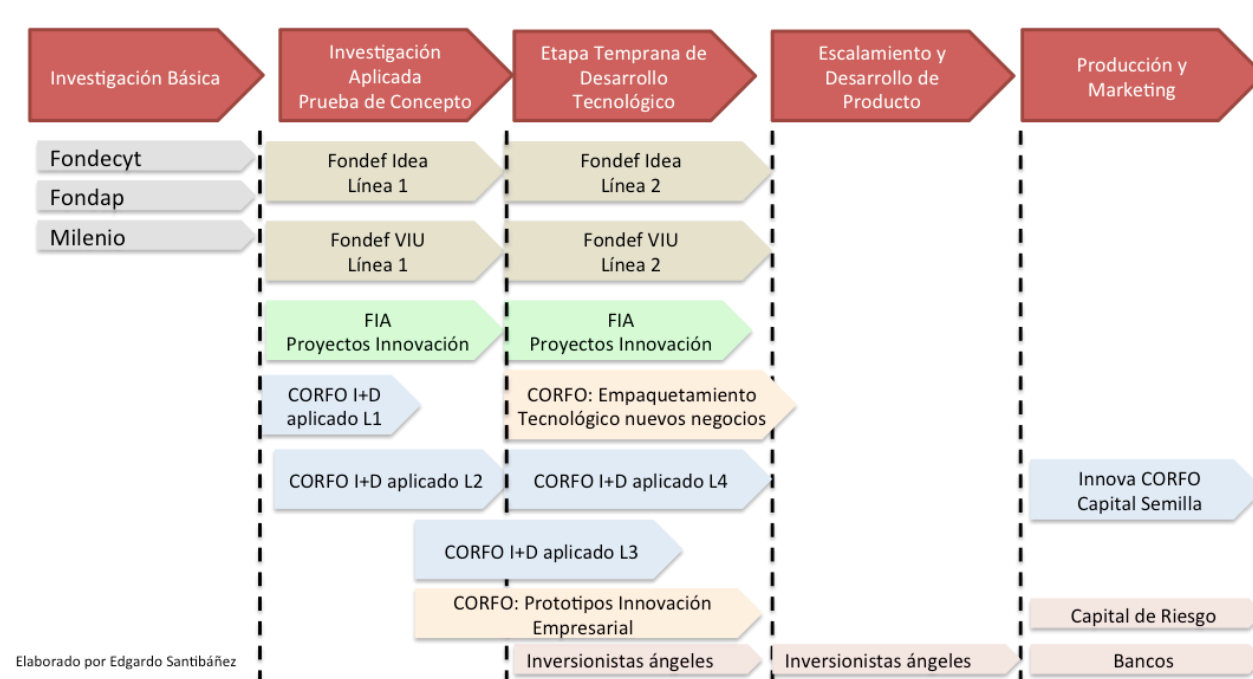


Figura 17: Apoyo estatal a la I+D+i+e (Fuente: Edgardo Santibáñez)

Como se aprecia en la figura 17, el llamado “valle de la muerte” de los proyectos de Innovación se encuentran en la fase de “Escalamiento y desarrollo productivo” pues no existe apoyo financiero estatal en dicha etapa. Sin embargo, se espera que esta situación cambie en el mediano plazo, considerando que desde la División de Innovación del Ministerio de Economía se están desarrollando programas para el apoyo a dicha fase. Es fundamental destacar que los proyectos de I+D aplicada en la mayoría de los casos se desarrollan con algún tipo de apoyo estatal, sobretodo aquellos que se transfieren mediante emprendimiento. En Anexo N°6, se presenta una breve descripción de los fondos de I+D aplicado que se ejecutan principalmente en las universidades, que corresponden a los instrumentos FONDEF y CORFO I+D aplicado.

En las postulaciones de los proyectos FONDEF la FCFM tiene, a Septiembre de 2014, 12 proyectos vigentes, cuyos fondos suman un total de USD \$2,38 millones.

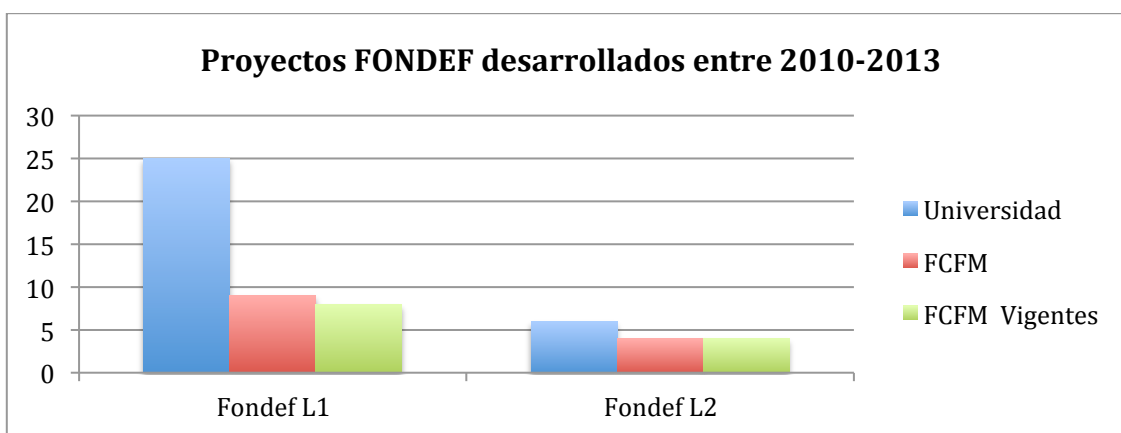


Figura 18: Proyectos FONDEF adjudicados periodo 2010-2013 (Fuente: VID, Septiembre de 2014).

Con respecto a los resultados de la FCFM y la Universidad en las postulaciones de los proyectos Innova CORFO I+D aplicado, la FCFM tiene en ejecución, a Septiembre de 2014, 15 proyectos cuyos fondos suman alrededor de USD \$3,5 millones.

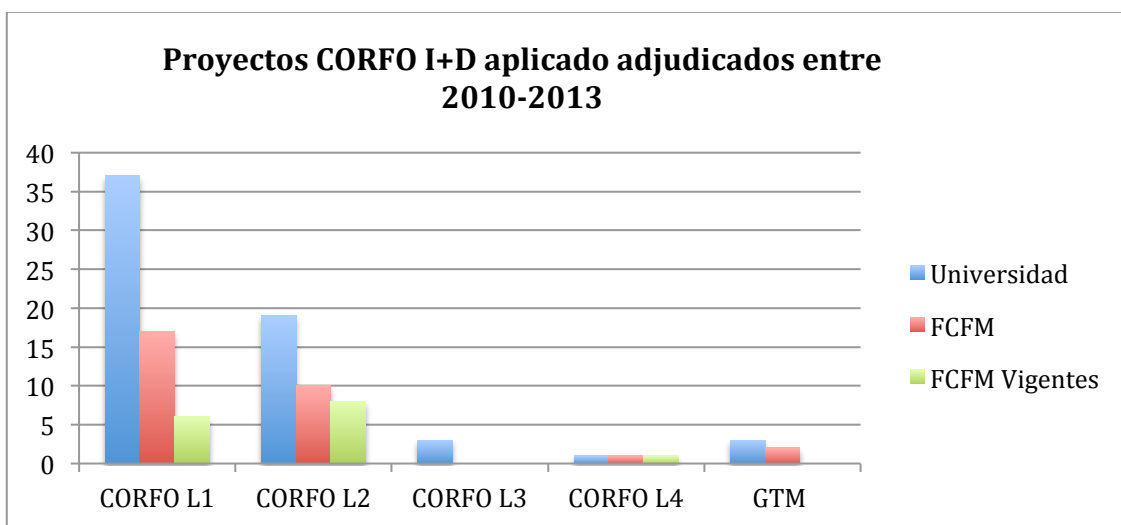


Figura 19: Proyectos Innova CORFO I+D aplicado adjudicados periodo 2010-2014 (Fuente: VID, Septiembre de 2014)

A pesar de que la FCFM obtiene un porcentaje bajo en las postulaciones a los proyectos de I+D aplicado, es importante destacar que esta situación ha ido cambiando en los últimos años. Un factor de cambio es el fortalecimiento de la VID y el apoyo personalizado que presta a cada proyecto en la formulación de las postulaciones a los fondos.

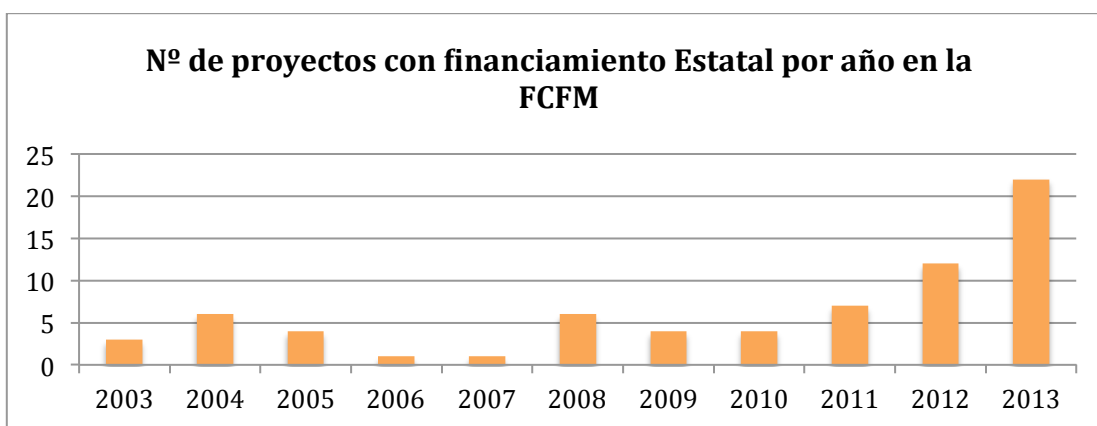


Ilustración 1: Nº de proyectos que obtienen fondos estatales para su desarrollo por año (Fuente: VID, Septiembre 2014).

3.6 Proyectos con la industria

Los centros de investigación cumplen un importante rol de relación con la industria, cada uno de ellos se enfoca en una industria en particular y se relaciona con el medio. A continuación, se presenta información entregada por los centros con respecto al número de proyectos con la industria y los ingresos que genera. Es importante mencionar que estos proyectos pueden corresponder a consultorías, asesorías, contratos de I+D o prestación de servicios recurrentes.

Centros	UNTEC	AMTC	DIPE	CMM	CE
Ingresos provenientes de la industria	USD \$4 M	USD \$8 M	USD \$2,8 M	USD \$3,1 M	USD \$1,8 M
Nº Proyectos con la industria	55	57	25	25	43
Spin-off	1	0	0	0	0
Nº de Patentes	1	3	0	Industria**	0
Nº de Softwares	Servicio*	8	0	Servicio*	Servicio*
Tarifa	21%	27%	22%	-	27%

Tabla 4: Proyectos en desarrollo con la industria a través de los centros de investigación. *: los software se comercializan como servicios de consultoría. **: La empresa se queda con la propiedad intelectual de los proyectos. (Fuente: Elaboración propia con información entregada por los centros).

3.7 Conclusiones del capítulo

Transferencia tecnológica

Aproximadamente el 60% de los ingresos de la FCFM provienen de recursos estatales para la investigación y la prestación de servicios a terceros, lo que demuestra que los procesos de Transferencia Tecnológica son fundamentales para el desarrollo de la Institución.

Los criterios para incorporar académicos de jornada completa apuntan, principalmente, a la generación de publicaciones, dejando de lado otras habilidades que se consideran en las universidades revisadas en el capítulo de buenas prácticas.

No existen procesos de comercialización a través de plataformas colaborativas (Ver marco conceptual), a nivel FCFM o a nivel Universidad. No obstante, algunos Centros de Investigación sí utilizan estas plataformas para comercializar sus tecnologías desarrolladas.

Al igual que los casos revisados en la sección de buenas prácticas, los procesos de apoyo para la transferencia tecnológica de la FCFM se enfocan, en gran medida, en el proceso de obtención de patentes.

La estructura de la Universidad de Chile y su marco legal es altamente compleja. Dada la diversidad de Centros de Investigación, Unidades académicas, facultades, etc. el riesgo de duplicar esfuerzos o de no actuar en forma alineada es alto, lo que puede provocar desorden y confusiones. La necesidad de crear instancias en las que estas organizaciones conversen se hace fundamental para aprovechar los recursos disponibles.

Asimismo, la VID no es capaz de absorber toda la demanda de apoyo proveniente de proyectos innovadores que se encuentran en etapas iniciales, dado el nivel de expertis que se requiere en el área para poder asesorar los proyectos.

Una manera de cuantificar y registrar los proyectos de investigación aplicada en la FCFM es a través de aquellos que cuentan con fondos estatales para I+D aplicado, estos en muchos casos son realizados en conjunto con empresas.

Spin-Off

No existe un proceso para la generación de Spin-Off en base a resultados académicos. Tampoco existen mecanismos que apoyen el desarrollo de este tipo de emprendimientos como incubadoras, concursos internos, asesorías o capacitaciones. Adicionalmente, existen restricciones legales para este tipo de transferencia en académicos de jornada completa.

A pesar de lo anterior, se registran algunos casos de emprendimiento académico, estos fueron apoyados, en su mayoría, por la desaparecida incubadora NOVOS. Actualmente, no existe ninguna iniciativa en la FCFM enfocada a fomentar el emprendimiento al interior de la institución, sin embargo, se registran algunos esfuerzos aislados⁶³ en dicha línea.

El programa Ingeniería 2030 en conjunto con la VID, están desarrollando un reglamento para la generación de Spin-Off en la FCFM, lo que sumado a otras iniciativas puede generar un cambio importante en los resultados de transferencia tecnológica de la Facultad.

Sistema Nacional de Innovación

Actualmente, los principales instrumentos de fomento para la realización de I+D aplicada estatal apuntan a la generación de emprendimiento y a la vinculación de equipos de investigación con empresas.

Los recursos que se invierten en I+D+i son insuficientes para crear nuevas tecnologías, tanto en montos como en duración de los subsidios. Adicionalmente, estos aportes son liderados por el Estado, mientras el sector empresarial realiza esfuerzos escasos.

⁶³ Como los Workshops de transferencia tecnológica organizados por el CMM (13 y 14 de septiembre de 2012 y del 9 al 11 de Abril de 2014)

Uno de los desafíos del sistema de innovación nacional es la escasa colaboración entre las universidades y el sector productivo. Junto con promover e incentivar la realización de actividades de innovación, la universidad requiere desarrollar procesos de gestión orientados a una mejor conexión de sus capacidades tecnológicas con las necesidades nacionales y regionales.

El sistema de financiamiento estatal no genera instrumentos de ayuda a una fase intermedia en el desarrollo de proyectos innovadores, por lo que muchos de estos proyectos quedan a nivel de prototipo en la Universidad, sin posibilidad de transformarse en innovaciones.

Capítulo 4: Estudio de proyectos de Transferencia Tecnológica en la FCFM

4.1 Metodología

El presente capítulo se compone de dos partes. La primera parte es una recopilación de las entrevistas y eventos en los que se participó con el fin de extraer las percepciones y visiones de autoridades relevantes. La segunda parte busca extraer las necesidades, percepciones, dificultades y apoyos que reciben los académicos que han desarrollado una innovación en la FCFM.

Para la primera parte, se desarrolló una entrevista semiestructurada (Anexo N°7) y se participó en el Taller de inauguración del Programa CORFO Nueva Ingeniería para el 2030 de la FCFM, en el que asistieron *stakeholders* que forman parte del mundo académico y empresarial.

La segunda parte consiste en el desarrollo de entrevistas semiestructuradas (Anexo N°8) a dos grupos de proyectos académicos que han realizado iniciativas con potencial de transferencia tecnológica. Las entrevistas son realizadas específicamente a un Académico/Científico/estudiante que haya desarrollado una innovación a partir de un resultado de investigación con potencial de transferencia y que pertenezcan a uno de los siguientes grupos:

- Grupo 1 – Spin-Off y Start-ups: Proyectos que se han transferido o se encuentran en proceso, y que tienen como fin el desarrollo de una nueva empresa.
 - Se estudiaron 8 proyectos con potencial:
 - 2 se encuentran en el mercado.
 - 3 están en fases previas a lograrlo.
 - 2 fracasaron en su intento de llegar al mercado.

En la sección 4.3.1 se presentan 2 casos que se encuentran en el mercado y 2 que se encuentran en fases previas a lograrlo.

- Grupo 2 –Universidad-empresa: Proyectos que se han transferido o se encuentran en proceso y que tienen como fin transferir tecnología a una empresa existente.
 - Se estudiaron 2 proyectos desarrollados con terceros cuyos casos se presentan en la sección 4.3.2.
 - Se entrevistó a 6 personas vinculadas a las áreas de transferencia de tecnología de los Centros de Investigación de la FCFM.

El objetivo de esta etapa es encontrar los factores críticos que inciden en los procesos de transferencia tecnológica en la FCFM.

4.2 Panel de expertos

4.2.1 Entrevistas semi-estructuradas

Durante el presente trabajo se sostuvieron conversaciones y entrevistas con distintos expertos para obtener *insights* relevantes para el desarrollo del trabajo. (Anexo N°9)

4.2.2 Taller de inauguración del Programa CORFO Nueva Ingeniería para el 2030

El taller fue realizado el día 23 de agosto de 2014 y contó con 36 participantes, quienes se dividieron en 5 grupos (Anexo N°10).

Cada grupo debatió en torno a una pauta de 7 preguntas (Anexo N°11) por 1 hora y 25 minutos. Luego, se dieron 45 minutos para que los grupos sintetizaran las conclusiones en tres

oraciones de máximo tres palabras. Finalmente, todos los grupos se reunieron y cada integrante expuso la síntesis de una pregunta de su grupo, actividad que tuvo una duración de 40 minutos.

El registro de las discusiones de cada grupo fue obtenido utilizando tres métodos:

- Cada grupo tenía un encargado de tomar acta.
- Registro de la actividad en la que se sintetiza lo trabajado por el grupo.
- Rondas por cada grupo mientras se ejecutaba la actividad. Durante las rondas se identificaba lo que se estaba discutiendo y las posturas de cada integrante.

Conclusiones del Taller

No hay claridad con respecto a los objetivos estratégicos de la Universidad hacia los académicos. Los proyectos se desarrollan en función del financiamiento al que puedan acceder.

Los Centros de Investigación tienen ventajas administrativas que facilitan el desarrollo de proyectos multidisciplinarios y de Transferencia Tecnológica. Por otro lado, los departamentos están orientados a la docencia e investigación y su estructura no da el ancho para el desarrollo de proyectos de transferencia.

El trabajo cooperativo al interior de la Universidad es bien visto, los académicos destacan el capital humano que posee la institución y su infraestructura.

La relación Universidad-Empresa no se da en forma natural, principalmente por asimetrías de información, prejuicios, diferentes objetivos y tiempos. No obstante, dicha relación es un ganar-ganar. Por un lado, la empresa accede a una fuente de conocimiento y, por otro lado, la Universidad accede a una fuente de problemas desafiantes y reales, tanto para fines investigativos como de docencia. Se concluye que se requiere una estructura o mecanismo que funcione como canal de comunicación entre ambas partes.

La creación de empresas Spin-Off es considerada una buena alternativa para transferir tecnología a la sociedad. La principal ventaja son los fines formativos y docentes que se pueden extraer de esta clase de proyectos, sobre todo cuando son liderados por alumnos. No obstante, se requiere un modelo y regulación apropiada.

La protección del conocimiento es esencial ya que incrementa el prestigio institucional e intelectual. Con respecto a la obtención de patentes, es solo una de las estrategias posibles de protección.

Innovación y Emprendimiento basado en Ciencia y Tecnología se genera a partir de la ciencia y genera un impacto social y global. Tiene como foco la resolución de problemas relevantes y no triviales.

4.3 Proyectos de Transferencia Tecnológica en la FCFM

4.3.1 Proyectos de transferencia mediante el desarrollo de Spin-Off

A continuación se presentan los cuatro proyectos que forman parte del Grupo 1, que corresponden a emprendimientos de base tecnológica liderados por académicos, estudiantes y profesionales de la FCFM.

Maquintel: Servicio de Limpieza y Extracción de Sedimentos en Ductos Mineros mediante Sondas Robotizadas

Descripción:

Maquintel provee servicios relacionados a la inspección inteligente de sistemas de transporte de fluidos. Para ello cuenta con sistemas de sensores, software propio y un equipo de desarrollo capaz de entregar soluciones a la medida de los requerimientos de sus clientes. Esta empresa fue liderada en sus inicios por el académico Juan Cristóbal Zagal, junto a otros cuatro egresados de la FCFM.

La necesidad de la que se hace cargo este proyecto es de las pérdidas de eficiencia de los mineroductos que sufren deterioros con su uso, sobre todo mediante la acumulación de sedimentos minerales en las paredes internas. Es importante destacar que este problema no es trivial, aún más considerando que las mineras poseen varios miles de kilómetros de Relaveductos, Concentraductos y Acueductos.

Apoyo financiero:

- CORFO: Empaquetamiento tecnológico para nuevos negocios 2013.
- Capital semilla.
- Inversión del académico y su socio.

Modelo de Transferencia tecnológica:

Este proyecto fue desarrollado en forma externa a la Universidad, donde la idea original se inicia antes de que el profesor Zagal formara parte de la planta académica, mientras hacía su doctorado en la Universidad de Cornell. No obstante, contó con el apoyo de la incubadora de negocios NOVOS, donde el actual Gerente comercial de la empresa era estudiante en práctica. Adicionalmente, el académico y el CEO del proyecto, se capacitaron en temas de negocio en la incubadora.

Colaboradores:

En entrevista con el profesor Zagal, este declara evitar todo tipo de relación entre estudiantes memoristas o practicantes de la Facultad, para impedir posibles conflictos de interés.

DOCODE: Detector de copias en documentos académicos

Descripción:

Document Copy Detector (DOCODE) corresponde a una herramienta tecnológica cuya principal función es el análisis de originalidad en documentos digitales.

Fue diseñado para controlar el control de copia en documentos con fines docentes. Su principal característica es que se especializa en idioma español y es capaz de realizar comparaciones entre el trabajo de un alumno, las fuentes de la web y los trabajos del resto del curso. Adicionalmente, el servicio tiene aplicaciones ajenas a los servicios académicos, como por ejemplo, en el campo de la propiedad industrial e intelectual.

Apoyo financiero:

- CORFO: Go to Market 2013.

- CORFO: I+D aplicada Línea 4 2013.
- CORFO: I+D aplicada Línea 2 2011.
- FONDEF Concurso de I+D 2009.

Todos los fondos suman valores cercanos al millón de dólares.

Modelo de Transferencia tecnológica:

Participan la Sociedad Comercializadora Docode Limitada (Spin-Off) y la UNTEC. El desconocimiento institucional con respecto al desarrollo de este tipo de proyectos generó varias dificultades, por ejemplo, si era posible que un proyecto universitario postulará al instrumento CORFO I+D aplicada línea 4 (comercialización). A pesar de lo anterior, el académico no se ha desvinculado del proyecto y este ha tenido un impacto positivo tanto en docencia como en investigación a través de la generación de conocimiento básico.

Colaboradores:

DOCODE destaca por el gran número de participantes que ha estado en este proyecto. Entre el 2010 y 2014, 11 estudiantes de pre y postgrado han desarrollado sus proyectos de título en el proyecto. Adicionalmente, el Proyecto cuenta con el apoyo de profesionales.

DOCODE	Técnicas	Comercial
Pregrado	5	2
Postgrado	1	3

Tabla 5: Tesis desarrolladas en el proyecto DOCODE, divididas en proyectos para el área técnica o comercial del mismo. (FUENTE: www.tesis.uchile.cl).

PlastiCopper: Empresa comercializadora de polímeros con aleación de cobre.

Descripción:

PlastiCopper nace a partir de una innovación tecnológica desarrollada en la FCFM liderada por el académico Humberto Palza junto a otros académicos del Centro para la Investigación Interdisciplinaria Avanzada en Ciencias de los Materiales. La tecnología consiste en incorporar nanopartículas de cobre a una matriz de polímero, resultando un material capaz de liberar iones de cobre en forma controlada y por largos tiempos, manteniendo las principales propiedades del plástico e incorporando las características bactericidas del metal.

La necesidad de la que se hace cargo es del Biofouling, que se define como la acumulación no deseada de organismos vivos en superficies duras. Este problema afecta a diversas industrias como la pesquera, petrolera, energética y médica, y produce efectos negativos a nivel sanitario y de rendimiento del material.

La gran diferenciación del producto con respecto a otras soluciones, es que este se puede comercializar como un aditivo para materiales plásticos.

Apoyo financiero:

- CORFO: Capital semilla 2011.
- CORFO: Empaquetamiento tecnológico 2011.

- FONDEF: Ciencia aplicada 2012.

Modelo de Transferencia tecnológica:

Inicialmente la empresa era un Spin-Off donde el académico tenía participación en la empresa, no obstante, ante el vacío legal existente en la universidad, se deshizo de la propiedad de la empresa e inicio el proceso para licenciar la tecnología. Dicho proceso no estuvo exento de dificultades ante la ausencia de regulación de estos procedimientos. Finalmente, la tecnología fue licenciada a la empresa PlastiCopper.

Colaboradores:

El desarrollo de este proyecto generó 6 tesis de estudiantes de pregrado, uno de magíster y uno de doctorado. El académico trabaja con dos ingenieros de proyectos que lo ayudan a coordinar sus actividades académicas e investigativas. Adicionalmente, la empresa es liderada por ingenieros civiles en biotecnología.

Elibatt: Sistema de baterías inteligentes

Descripción:

Nacido en el Centro de innovación del Litio de la FCFM. El proyecto Elibatt fue concebido desde el principio como un desarrollo con fines de comercialización. Su foco no es llevar al mercado una investigación académica, sino más bien canalizar el know-how y las competencias únicas del Centro para crear una solución para la sociedad. Elibatt, fue concebido por el Director del CIL Jaime Alee, quien identificó una necesidad del mercado en el futuro (almacenamiento energético) y lideró un trabajo multidisciplinario para crear una solución.

El proyecto consiste en el desarrollo de una batería de litio de alta densidad, con un diseño particular que le permite ser escalable y modular para todo tipo de necesidades, desde una bicicleta eléctrica hasta un sistema de almacenamiento energético para una planta generadora de energía. Adicionalmente, la batería incorpora una capa electrónica que entrega información relevante como el estado de salud, carga de la batería y ubicación geográfica. También permite conectarse en forma inalámbrica con un dispositivo móvil y registrar toda la información en la nube (aplicación pensada para la administración de flotas o redes de baterías). Es importante destacar que la interfaz entre la batería y el usuario (aplicación) fue desarrollada en conjunto con un aliado proveniente del mundo de la empresa.

Apoyo financiero:

El desarrollo cuenta con el apoyo de cuatro socios provenientes del mundo de la industria, además de contar con apoyo del Centro de Innovación del Litio. Adicionalmente, ha incorporado los resultados de investigación de dos proyectos financiados con fondos estatales de I+D aplicado:

- Innova CORFO Línea 2, año 2012.
- Innova CORFO Línea 1, año 2011.

Modelo de Transferencia tecnológica:

El proyecto aún se encuentra en desarrollo, pero maneja distintas posibilidades para la transferencia. Desde un Spin-Off, en el que la nueva empresa es propiedad del CIL y de

accionistas, hasta contratos de transferencia tecnológica en el cual el CIL entrega el know-how del producto desarrollado.

Colaboradores:

Actualmente consta de cuatro socios industriales quienes apoyan en el desarrollo del producto. En el plano operativo, el equipo está conformado por:

- Director del Centro de Innovación del Litio.
- Director de proyecto, Ingeniero Civil Electricista.
- Desarrollador, Ingeniero Civil Electrónico.
- Diseñador Industrial.
- 2 Estudiantes de Diseño Industrial.
- 2 Estudiantes de Ingeniería Civil Industrial.
- 2 Estudiantes de Ingeniería Civil Eléctrica.

Factores críticos de los proyectos transferidos mediante Spin-Off

Los factores críticos se obtienen a partir de entrevistas desarrolladas a los académicos y actores relacionados con los proyectos. Se identificaron cinco factores. Primero, el financiamiento, el cual es fundamental pues de él depende que el proyecto se sustente en el tiempo, lo que aumenta las posibilidades de que el producto llegue a la comercialización. Segundo, la capacidad de asociarse, la que permite la formación de equipos multidisciplinarios y el acceso a redes de contacto que facilitan la generación de innovaciones. Tercero, el desconocimiento del marco regulatorio de este tipo de proyectos es un factor crítico que desincentiva el emprendimiento, ya que no queda claro si son legales dada la institucionalidad vigente. Por lo tanto, los investigadores prefieren desvincularse de los proyectos o continuar su desarrollo en forma externa a la Universidad. Cuarto, en la misma línea que el tercer factor, la inexistencia de estructuras de apoyo en la FCFM donde este tipo de proyectos reciban asesoramiento, disminuye las posibilidades de éxito. Finalmente, un factor clave es la motivación del investigador, pues se requiere liderazgo para que los desarrollos se transformen en innovaciones.

A continuación, se presenta la síntesis de los factores críticos identificados:



Figura 20: Factores críticos para el desarrollo de proyectos Spin-Off. (Fuente: Elaboración propia)

4.3.2 Proyectos de transferencia mediante la relación con una empresa

A continuación se presentan los proyectos que forman parte del grupo 2, que corresponden a proyectos liderados por académicos de la FCFM en relación con una empresa externa. El objetivo central de este punto es identificar los factores de éxito de cada uno de los proyectos.

Commander: Desarrollo de un sistema de despacho para Bomberos de Santiago

Descripción:

El proyecto fue liderado por los Académicos del DII, Fernando Ordoñez y Daniel Espinoza. El Sistema de Despacho Integrado del Cuerpo de Bomberos es el mecanismo mediante el cual Bomberos asigna las emergencias a sus unidades operativas. Inicialmente el algoritmo consideraba la distancia euclidiana (línea recta) entre las estaciones y el lugar del accidente, y la selección de la bomba que debía acudir se hacía en forma manual. El problema de dicho sistema de priorización es que no consideraba la dirección de las calles ni las condiciones de tránsito que varían según la hora de la emergencia.

Para mejorar el sistema, los académicos aprovecharon la información de tránsito que provee el Transantiago (a través de sus flotas que utilizan GPS) y la distribución de uso del suelo de Santiago, proporcionado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Toda esta información permitió modelar la ciudad en una serie de arcos y nodos, los cuales mediante un algoritmo entregan la ruta más corta entre el nodo más cercano a una estación y el nodo más cercano a una emergencia. Considerando variables como la dirección de las calles y el tráfico estimado según la hora del suceso.

El proyecto concluyó con la disminución de los tiempos de respuesta en las 22 compañías de Santiago.

Apoyo financiero:

El proyecto fue financiado con apoyo estatal y formó parte del proyecto FONDEF del año 2010 “Tecnología avanzada para ciudades del futuro”.

Modelo de Transferencia tecnológica:

Trabajo conjunto entre el Cuerpo de Bomberos de Santiago y el Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Chile. El origen de la relación se formó a partir del acercamiento de la Dirección de Bomberos de Santiago al DII de la Universidad de Chile, con el fin de mejorar y modernizar el Sistema Integrado de Despacho.

Colaboradores:

Este caso representa un ejemplo de integración Universidad-Empresa-Estado. Por un lado la Universidad, a través de los académicos del DII, puso su conocimiento a disposición y generaron investigación aplicada. Por otro, el Estado aportó con financiamiento que catalizó la interacción. Además, el proyecto contó con el apoyo del Ministerio de Vivienda, el Transantiago y el Cuerpo de Bomberos de Santiago. Todo esto tuvo como resultado una solución que incrementa un bien público, a saber, la seguridad de la ciudad.

Energía 2050: Desarrollo de una hoja de ruta de Innovación en Energía para Chile

Descripción:

En mayo de 2014, el Gobierno de Chile, a través del Ministerio de Energía publicó la agenda de Energía⁶⁴ en la cual identifica la necesidad de generar una política de largo plazo que tenga la legitimidad social necesaria para sustentarse en el tiempo. Es así como nace el proyecto Energía 2050, que tiene como objetivo construir una visión compartida para el desarrollo futuro del sector energía. El equipo de trabajo del proyecto está dividido en tres sub-equipos: el Equipo de Facilitación liderado por el CBI⁶⁵, la Secretaria Técnica liderado por el Ministerio de Energía y el Equipo Académico, liderado por el Centro de Energía de la Universidad de Chile. El trabajo a desarrollar se divide en 10 mesas temáticas, siendo una de ellas la mesa de innovación, que tiene como objetivo preparar una hoja de ruta en el corto, mediano y largo plazo para promover la innovación y desarrollo industrial en el sector energético nacional, mediante un mecanismo participativo e iterativo con los actores pertinentes.

⁶⁴ <http://www.minenergia.cl/documento/descargar/id/10633>

⁶⁵ <http://www.cbuilding.org/>

Apoyo financiero:

Este proyecto es financiado por el Gobierno de Chile.

Modelo de Transferencia tecnológica:

El Ministerio de Energía solicitó apoyo a la Universidad de Chile, específicamente a su Centro de Energía, que en su calidad de experto era la institución idónea para liderar el proceso de generación de conocimiento y de apoyo metodológico para el desarrollo de la política energética.

Colaboradores:

En esta actividad participan académicos, investigadores y estudiantes de la Universidad, quienes a través de este proceso se han vinculado con otros actores relevantes provenientes de diversos sectores, como la industria, el Gobierno, las asociaciones gremiales y las agrupaciones ciudadanas, formando parte de la política energética del futuro para el país.

Factores críticos de los proyectos universidad-empresa

Los factores críticos se obtienen a partir de entrevistas desarrolladas a los académicos, actores relacionados con el proyecto, y a personas relacionadas con proyectos de transferencia tecnológica desde la FCFM a través de sus centros de investigación y UNTEC (Anexo N°5 y N°9):

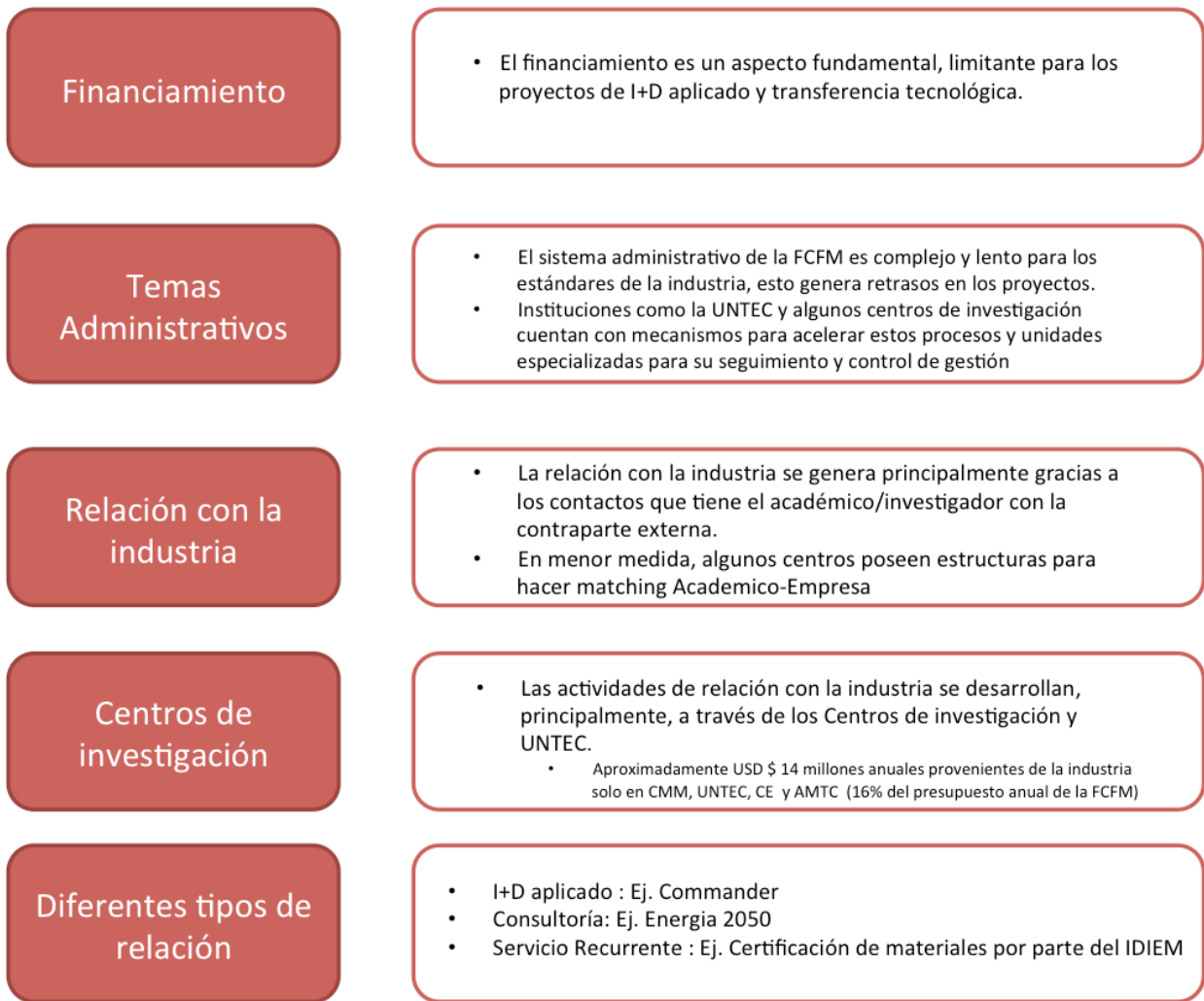


Figura 21: Factores críticos para el desarrollo de proyectos FCFM- Empresa. (Fuente: Elaboración propia)

Capítulo 5: Diseño del proceso de transferencia tecnológica

5.1 Indicadores relevantes para hacer seguimiento a los procesos de transferencia tecnológica en la FCFM

Según Skoltech (Graham , 2013), existen tres tipos de indicadores que permiten medir el éxito de ecosistemas de innovación. Los indicadores de entrada permiten identificar si el emprendimiento y la innovación están internalizados en los integrantes de la Universidad. Los indicadores de proceso permiten medir la percepción con respecto a las actividades de innovación, la conexión entre la Universidad y la industria, y el volumen de I+D aplicado que se desarrolla en la institución. Finalmente, los indicadores de resultado corresponden a los resultados de los procesos de innovación generados por la Universidad.

A continuación se presentan indicadores solicitados por CORFO para el proyecto Nueva Ingeniería para el 2030 para los procesos de emprendimiento y transferencia tecnológica:

Nombre	Método de verificación	Valor actual 2014
Personal competente para gestión de la innovación, transferencia tecnológica y emprendimiento, y su organización.	Personal de la VID, Personal de TT de los Centros	38 ⁶⁶

Tabla 6: Indicadores de Entrada (Fuente: CORFO)

Indicador	Aproximación	Valor actual 2014
Número equivalente de académicos JC y profesionales dedicados que realizan actividades de innovación, transferencia tecnológica, y emprendimiento.	Encuesta a personal de la Universidad en Centros y unidades de transferencia	N/A
Número de prototipos de productos, procesos o servicios desarrollados.	Potencial de comercialización en centros y unidades de transferencia	15 ⁶⁷

Tabla 7: Indicadores de proceso (Fuente: CORFO)

Indicador	Aproximación	Valor actual (Septiembre 2014)
Número de Spin-Off	Aceleradora podrá llevar cuenta de los proyectos que asesora o apoya (Valor Actual: VID)	1
Número de Start-up	Aceleradora podrá llevar cuenta de los proyectos que asesora o apoya. Proyectos que utilicen tecnologías de la FCFM, pero que no estén dirigidas por académicos o personal de la Facultad	0
Inversión atraída a los emprendimientos	Dinero levantado a los proyectos en la aceleradora (Encuesta a los Spin-Off y Start-ups) (Valor actual: VID)	0
Ingresos provenientes de la transferencia tecnológica (venta de patentes, regalías por licencias, participación en empresas y otros).	Consulta a los centros y unidades de transferencia (Como aproximación se presenta solo información de la VID)	0
Número de contratos de licencias	VID	2
Número de estudiantes de pregrado y post grado participando en los Spin Offs o Start ups	Aceleradora podrá llevar cuenta de los proyectos que asesora o apoya, encuesta a los Spin-Off	0

Tabla 8: Indicadores de Resultado para emprendimiento (Fuente: CORFO)

⁶⁶ Aproximado en base al personal de las 20 unidades de transferencia tecnológica de la FCFM

⁶⁷ Aproximado en base a las postulaciones a proyectos de I+D aplicado 2014

Indicador	Aproximación	Valor actual (Septiembre 2014)
Ingresos provenientes de contratos de I+D con empresas	Solo proyectos con apoyo estatal vigente (Fondef, Innova CORFO) con una contraparte privada.	USD \$ 6 MM
Ingresos provenientes de contratos de I+D con organismos públicos (research contract).	Solo proyectos con apoyo estatal vigente (Fondef, Innova CORFO) con una contraparte pública.	USD \$ 280.000
Ingresos provenientes de la comercialización del conocimiento de la Facultad (proyectos, servicios, consultorías).	Este indicador contiene: (Contratos de Investigación, Consultorías, Asesorías, Servicios) Fuente: Presupuesto de la FCFM 2013.	USD \$ 48 MM
Número de productos, procesos o servicios transferidos o en uso.	Solo proyectos financiados parcialmente con fondos estatales (programas INNOVA CORFO y FONDEF).	22
Número de estudiantes de pregrado y post grado participando en proyectos de desarrollo tecnológico e innovación.	Consulta a los centros y unidades de transferencia	N/A

Tabla 9: Indicadores de resultado para transferencia tecnológica (Fuente: CORFO)

De todas estas métricas, se destaca la importancia de los ingresos provenientes de contratos de I+D públicos y con empresas. El aumento de estos indicadores, generará en el mediano plazo una mayor cantidad de tecnologías innovadoras (prototipos) que puedan ser comercializados. Asimismo, se destaca la relevancia del indicador de ingresos provenientes de la comercialización del conocimiento de la Facultad, pues cuantifica la relación que tiene la FCFM con el medio.

Como conclusión, los resultados de emprendimiento son prácticamente inexistentes, lo que contrasta con el catastro de proyectos con potencial obtenido en el capítulo anterior, lo que implica que, con algunos esfuerzos, la FCFM podría mejorar en dichos indicadores. Con respecto a los resultados de Transferencia tecnológica, la relación con la industria aún es baja comparada con el capital humano que posee la Facultad. En ese sentido y dada una demanda creciente por innovación tecnológica en el país (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, 2014), se espera que estos indicadores aumenten en los próximos años, pero para eso, la FCFM debe crear canales y mejorar sus procesos administrativos para vincularse con la industria.

5.1.1 Evaluación y seguimiento de las medidas a proponer

Al margen de los indicadores propuestos por CORFO, que tienen un énfasis en los indicadores de resultado, lo fundamental al momento de evaluar y hacer seguimiento a las propuestas, son los indicadores de proceso [29]. Estos indicadores tienden a ser más cualitativos que cuantitativos y buscan medir la calidad sobre la cantidad (Holi, Wickramasinghe, & Van leeuwen, 2009), lo que permite medir los cambios que se producen en el ecosistema. A continuación, se presentan dos indicadores de proceso adicionales que permiten medir los cambios que potencialmente puede generar el paquete de medidas a proponer:

- Emprendimiento e Innovación:
 - Encuesta sobre el interés de los estudiantes, académicos, profesionales con respecto al emprendimiento y las oportunidades que ofrece. Esto permite medir el aumento en la disposición de la comunidad en participar en actividades de I+D+i+e.
- Transferencia Tecnológica:
 - Encuesta de satisfacción a los clientes que se relacionan con la Universidad.
 - Feedback de la contraparte.
 - Duración de la relación entre la universidad y la institución con la que se asocia.

El objetivo de este indicador es medir la importancia de la FCFM en la industria y la calidad de las relaciones que va generando con las instituciones externas.

5.1.2 Recolección de información

Se recomienda recoger indicadores a través de encuestas a cada una de las 20 unidades de transferencia tecnológica de la FCFM⁶⁸, más la futura unidad de emprendimiento y la de Transferencia tecnológica. Se eligió este método pues, a pesar de ser más intensivo⁶⁹ en recursos humanos y en tiempo, entrega mayor precisión y permite tener información de primera fuente. La mayoría de los centros utilizan software de gestión de proyectos y de control de costos, por lo que los indicadores son relativamente fáciles de obtener. En el mediano plazo, se requieren esfuerzos para sistematizar la obtención de esta información.

5.2 Brechas en la FCFM

A continuación se presentan los puntos claves del diagnóstico realizado, que buscarán ser tratados en el diseño del nuevo proceso para fomentar el emprendimiento académico y la relación con el medio.

5.2.1 Emprendimiento e Innovación

- 1. Proceso administrativo:** No está identificado el proceso administrativo ni el marco legal mediante el cual se desarrollan los emprendimientos a partir de resultados de investigación. De lo observado en el capítulo dos, es una buena práctica generar guías de Spin-Off y comercialización de tecnologías.
- 2. Programas de apoyo:** Todas las universidades estudiadas en el benchmark tienen programas de incubación/aceleradoras de proyectos, desde donde apoyan en forma íntegra a emprendimientos originados por estudiantes o nacidos a partir de tecnologías generadas por académicos de la Universidad. Estos programas ofrecen asesoría en temas de negocio, espacio para oficinas, laboratorios y contacto con inversionistas.
- 3. Apoyo financiero:** A pesar de que a nivel universidad existen concursos internos para financiar proyectos de investigación⁷⁰, no existen similares para proyectos de I+D aplicado o de empaquetamiento y comercialización.
- 4. Formación de emprendedores:** Actualmente, no existen cursos o capacitaciones para académicos en materia de Emprendimiento, Protección Industrial y Transferencia Tecnológica.
- 5. Oferta tecnológica:** La FCFM no tiene en forma central todas las tecnologías, inventos e innovaciones que se han desarrollado al interior a la Universidad. No obstante, algunos centros colocan las tecnologías generadas al interior de estos a disposición de emprendedores, empresas y sociedad en general.
- 6. Gestión de proyectos:** De las entrevistas realizadas en el capítulo cuatro, se extrae que los proyectos de emprendimiento exitosos cuentan con ingenieros que son capaces de gestionar las múltiples necesidades y deberes de los proyectos sin importar en la fase de desarrollo en la que se encuentren las tecnologías.

⁶⁸ Todos los centros de Investigación, más la UNTEC y la VID.

⁶⁹ Se estima que se requieren 76 HH de personal administrativo para recopilar la información de cada una de las unidades de transferencia. Además, se requiere el apoyo de dichas unidades para facilitar la información (Fuente: En base a levantamiento de información preliminar en el marco del presente trabajo).

⁷⁰ <http://www.uchile.cl/portal/investigacion/investigacion/74280/ayudas-de-viaje-enlace-y-proyectos>

5.2.2 Relaciones Universidad-Empresa

1. **No existe una definición clara de lo que se espera de la relación con la industria.** Las universidades investigadas en el *benchmark* internacional⁷¹ poseen planes estratégicos en los que se define claramente el por qué transfieren tecnología. Dentro de los objetivos se destaca el ser una institución reconocida, fomentar el desarrollo de la industria local, aumentar su productividad científica, mejorar su docencia a través de una mejor relación con la industria, generar ingresos para la institución, entre otras. Esta definición es fundamental para el desarrollo de una política en este ámbito y determinará el(los) tipo(s) de relación con la industria que se quiere fomentar (I+D aplicado, Consultoría o Servicio recurrente).
2. **El vínculo con la industria depende de las redes del Investigador.** Actualmente el desarrollo de proyectos con la industria está sujeta en gran medida a los contactos que un investigador en forma individual posee. Las universidades observadas en el capítulo de buenas prácticas realizan esfuerzos para contactar a la industria y generar desarrollos conjuntos.
3. **Proceso Administrativo.** El proceso administrativo de la universidad necesario para relacionarse con la empresa es lento, por ejemplo, un NDA⁷² demora aproximadamente 2-3 semanas y en muchos casos es fundamental para iniciar las conversaciones con la contraparte empresarial. En la misma línea, cada Centro de investigación y Departamento tienen sus propios mecanismos para levantar los requerimientos necesarios. Todo lo anterior converge a la inexistencia de un proceso estandarizado que optimice los tiempos de los procesos administrativos.
4. **Múltiples unidades de transferencia.** La FCFM se relaciona con la industria a través de sus Centros de Investigación (Ver Anexo N°4). Esto hace que cada unidad tenga una oficina de transferencia adecuada para las necesidades de la industria específica en la que se enfoca el centro. No obstante, no hay ninguna instancia para que estas oficinas se comuniquen entre sí y se transfieran buenas prácticas. Tampoco existe un canal claro para que la industria se contacte con la Facultad.
5. **Negociación de los contratos y captura de valor.** Desde el mundo de la academia se percibe que el valor de la relación Universidad-Empresa la captura principalmente la contraparte, incluso cuando esta relación es apoyada con financiamiento estatal. Desde el lado de la industria se percibe exactamente lo contrario. Considerando esto, se hace necesario que desde la Universidad se genere una política con respecto a temas como protección industrial, divulgación de los descubrimientos, beneficios futuros, etc.

5.3 Diseño del proceso

La propuesta actual se compone de dos partes. En la primera parte se presenta una metodología para aumentar el emprendimiento académico. El objetivo es sistematizar los procesos para aumentar el emprendimiento basado en ciencia y tecnología que se genera en la FCFM a partir de las actividades de docencia, investigación u extensión que pueden terminar en una invención con impacto económico y/o social.

La segunda parte tiene como foco el rediseño del sistema de transferencia tecnológica de la FCFM, a partir de la creación de una oficina de proyectos con la industria, que tenga como objetivo la reorganización de las estructuras actuales que existen en la FCFM con especial énfasis en la mejora de los procesos administrativos, el establecimiento de vínculos definidos con la

⁷¹ Como Technion, Universidad de Manchester y Universidad de California

⁷² Non-Disclosure Agreement (Acuerdo de confidencialidad)

industria y el aumento del emprendimiento a través de la implementación de la metodología propuesta previamente.

5.3.1 Metodología para aumentar el emprendimiento académico

La presente metodología parte del trabajo desarrollado en la memoria de María José García, titulada “Diseño de una metodología de incubación y transferencia tecnológica para académicos en Novos”, del año 2011 (García Cabello, 2011). En dicho trabajo se revisaron tipos de metodologías para fomentar el emprendimiento académico. En particular, la metodología propuesta se basa en el trabajo de Vijak K. Jolly (Jolly, 1997), quien desarrolló el proceso que utiliza la Universidad de Texas, a través de su instituto IC2. Este sistema ha sido auspiciado por CORFO por medio del programa “Programa Chileno de Comercialización de Tecnología e Incubación”⁷³. En el Anexo N°12 se presenta un resumen de la metodología. A partir del diagnóstico realizado y de las brechas identificadas se presenta una adaptación de la metodología para el futuro programa de aceleración de la FCFM:

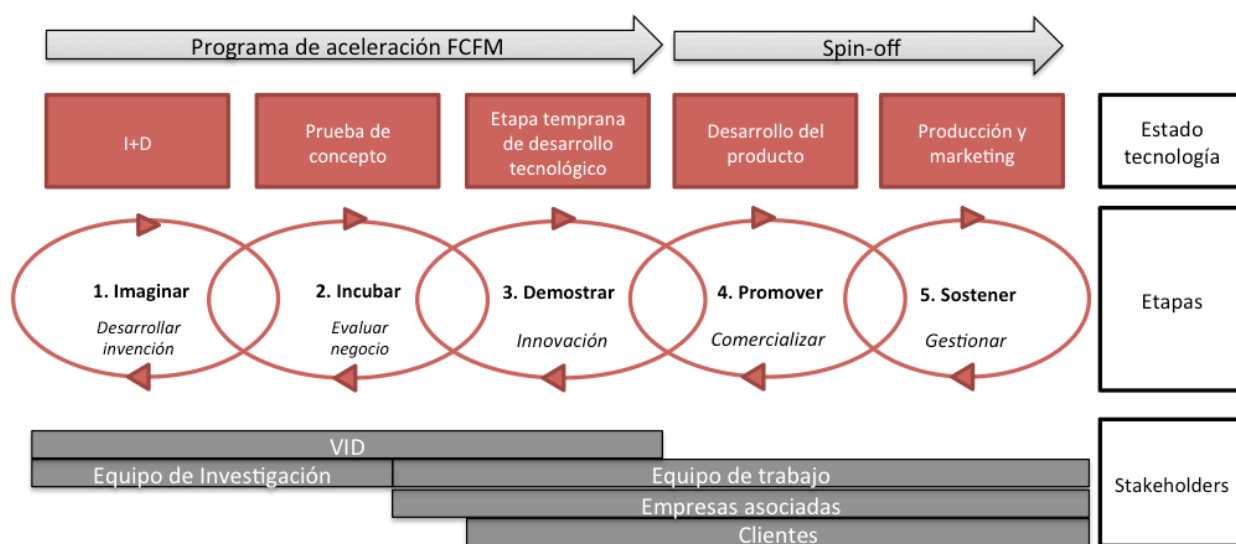


Figura 22: Metodología adaptada (Fuente: Elaboración propia)

1. Imaginar

En la etapa inicial, el académico o investigador de la Universidad tiene una idea o se encuentra desarrollando una investigación que podría concluir con una invención. El hito esencial para poder pasar esta etapa es que el proyecto cuente con una patente, pruebas técnicas o un desarrollo experimental que se pueda enlazar con una necesidad de mercado demostrable. Dicho esto, los esfuerzos de la aceleradora se enfocan en los siguientes puntos:

- a) **De market push a market pull:** Estos esfuerzos buscan influenciar la investigación de los académicos con el fin de acercar los problemas o necesidades de la sociedad. Para lograr eso se propone lo siguiente:
 - o Generar seminarios sobre problemas país y globales, innovación y emprendimiento.
 - o Generar redes de contacto entre académicos, emprendedores e industria a través de actividades de networking.

⁷³

<http://www.corfo.cl/sala-de-prensa/archivo-de-noticias/noviembre-2008/fortaleciendo-el-capital-humano-y-social-de-las-incubadoras-de-negocios?CodTemplate=20120104195950>

- b) Asesoramiento en materia de protección industrial y emprendimiento:** El objetivo es que los investigadores entiendan la importancia de los procesos de PI y las alternativas que ofrece la generación de Spin-Off:
- Desarrollo de Manuales sobre reglamentos de Spin-Off y propiedad industrial en la FCFM.
 - Asesoría en materia de PI y estrategias de comercialización.
 - Realizar talleres para capacitar a los académicos e investigadores en las metodologías de emprendimiento e innovación actuales.
- c) Apoyo para la obtención de financiamiento:** Difusión y asesoramiento de alternativas de financiamiento para proyectos de I+D aplicada. Ejecución de concursos propios con el fin de conectar las tecnologías con oportunidades de mercado. Adicionalmente, se propone llevar un catastro y difundir las tecnologías o líneas de investigación aplicada que se llevan a cabo en la FCFM, a través de un *marketplace* de tecnologías.
- d) Formación de equipos de trabajo:** Un proyecto de investigación no es una actividad individual, además del académico, se requieren investigadores, memoristas, estudiantes en práctica, entre otros, formando equipos multidisciplinarios que sean capaces de llevar la investigación a la innovación. En dicha línea, la aceleradora puede contribuir a un aporte generando matching entre académicos, investigadores, profesionales, estudiantes y emprendedores.

El paso a la siguiente etapa estará determinado por un panel de expertos invitados por la Aceleradora, el cual seleccionará los proyectos con mayor potencial. Los ganadores pasan a la segunda etapa y a formar parte del programa de aceleración de la FCFM. Es importante mencionar que la modalidad de este proceso es a ventanilla abierta⁷⁴ y que la selección del panel de expertos se basa en una presentación del investigador y de los informes de los ingenieros de proyectos de la aceleradora.

2. Incubar

En la etapa de incubación, el proyecto cuenta con apoyo de un ejecutivo de la Aceleradora. Al final de esta etapa, se espera que el proyecto cuente con una prueba de concepto o prototipo funcional, que tenga una estrategia de comercialización y un plan de negocios para la futura empresa, que cuente con socios proveedores de tecnología y contacto con futuros inversionistas. Los servicios que ofrece la Aceleradora en este punto son:

- a) Estrategia de negocios:** Elaboración de Planes de Negocios y estrategias de comercialización.
- b) Apoyo para la obtención de financiamiento:** Difusión y asesoramiento en materia de financiamiento para desarrollos de pruebas de conceptos y prototipos. Adicionalmente, se generan acercamientos con potenciales inversionistas.
- c) Apoyo en la gestión del proyecto:** Los investigadores que manejan múltiples proyectos tienen ingenieros de proyectos que los ayudan a administrar sus investigaciones, memoristas, temas administrativos y postulación a fondos. Se recomienda que el ingeniero de proyecto sea el encargado de administrar la carta Gantt del proyecto, sus hitos y objetivos, con el fin de asegurar que el proyecto que se encuentra en la aceleradora esté teniendo el ritmo esperado.

⁷⁴ Es posible postular durante todo el año o hasta que se acaban los cupos.

3. Demostrar

En la etapa final en que participa la aceleradora, el proyecto cuenta con un equipo de trabajo definido, contactos en la industria en que pretende participar. Esta etapa finaliza cuando el proyecto cuenta con un producto comercial competitivo e inversionistas. La aceleradora ofrece los siguientes servicios:

- a) **Reuniones con inversionistas y apoyo en el levantamiento de capital.**
- b) **Asesoría legal para la generación del Spin-Off o licenciamiento (en conjunto con la VID).**
- c) **Difusión de la innovación.**

El proceso de Apoyo de la Aceleradora de la FCFM llega a esta etapa por restricciones legales ya que la Universidad no puede entregar boletas, ofrecer garantías o descontar IVA, por lo que el proyecto se debe desvincular de la Universidad y licenciar la tecnología a la nueva empresa.

Recomendaciones para la implementación

Como este es un proyecto a largo plazo, se recomienda utilizar una metodología “lean”⁷⁵, es decir, primero partir con prototipos e ir escalando la solución en función de los resultados. Esto permite entregar una solución óptima y validada. A continuación, se proponen los hitos que se podrían ir cumpliendo para ir validando la solución:

1. Proyectos en etapa de I+D (Imaginar):
 - Capacitar a un grupo de académicos/investigadores que lideran estos proyectos en metodologías de emprendimiento, hacer un seguimiento de estos y contrastarlo con quienes no recibieron las capacitaciones.
 - Generar actividades de vinculación emprendedores-académicos y evaluar si se logran formar interacciones y proyectos asociativos.
 - Tomar un número determinado de proyectos, seleccionados por un panel de expertos previamente conformados y apoyarlos en el desarrollo de sus proyectos.
2. Proyectos en etapas de prototipo (incubar):
 - Seleccionar un grupo de proyectos que se encuentren en fase de prototipo y apoyarlos en todo el proceso de desarrollo, con foco en la formación de redes de contacto.
3. Pre-comercialización (demostrar):
 - Seleccionar un grupo de proyectos que se encuentren en la etapa de escalamiento y apoyarlos en el proceso de generación de un Spin-Off o del licenciamiento de la tecnología desarrollada.

El tiempo en que debe operar este prototipo debe ser definido en función de los proyectos con los que se trabaje y la industria en la que se enfoquen (EJ: Proyecto TI tiene tiempos menores de desarrollo que proyectos basados en biotecnología).

5.3.2 Estructura para aumentar la relación Universidad Empresa

Actualmente, la FCFM cuenta con varios recursos para generar transferencia tecnológica. El foco de la nueva institucionalidad debe ser aprovechar dichos recursos. Para esto se propone la generación de una Oficina de Proyectos con la Industria (OPI) que permita centralizar los esfuerzos que hace la institución en materia de transferencia tecnológica.

⁷⁵ Concepto extraído del libro Lean Start-up(2011), de Eric Ries.

Estrategia

Visión: Que la FCFM sea una institución de clase mundial, reconocida por su liderazgo en ciencia, tecnología e innovación, desarrollada a partir de investigación multidisciplinaria y de frontera que busca resolver desafíos nacionales e internacionales, y que provee una excelente y amplia experiencia educacional, en contacto con la sociedad y la industria (Chile, 2014).

Misión:

1. Apoyar y gestionar proyectos de licenciamiento y de empresas Spin-Off o Start-ups para lograr su transferencia efectiva, logrando así una reputación de clase mundial.
2. Crear las condiciones necesarias para estimular y aumentar en forma sostenible los procesos de transferencia tecnológica.
3. Generar un vínculo estrecho con la industria, con tal de anticiparse y tomar ventaja de oportunidades, o reaccionar y adaptarse ante posibles cambios que afecten los procesos de transferencia tecnológica desde la FCFM.
4. Administrar la oficina de tal manera que sea sustentable en términos financieros, apostando al autofinanciamiento en el mediano-largo plazo.

Para hacerse cargo de su Misión, la OPI se estructura en cuatro unidades, cada una de estas se asocia a una misión en particular, la cual se vincula con un objetivo y a un conjunto de KPI's como se describe en la figura 23.

Misión	Principal responsable	Objetivo	KPI
1	Unidad de aceleración de proyectos	<ul style="list-style-type: none"> Aumentar el número de licencias y de proyectos spin-off y start up en la FCFM. 	<ul style="list-style-type: none"> # Spin off. # Startup. # licencias Inversión Atraído a emprendimientos.
2	Unidad de gestión del conocimiento y mejora continua	<ul style="list-style-type: none"> Disminuir los tiempos administrativos. Estandarizar proceso de Transferencia tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> # de días que tarda un proceso administrativo. Disminución de costos administrativos. Percepción de los clientes (centros e industria).
3	Unidad de Vínculo y relación con la industria	<ul style="list-style-type: none"> Establecer alianzas estratégicas con actores provenientes de la industria. Atraer inversión a proyectos de la FCFM. Aumentar el número de proyectos desarrollados con la industria. 	<ul style="list-style-type: none"> Satisfacción de la contraparte. Interés de la comunidad universitaria en actividades de I+D+i+e. # de proyectos con la industria. # de alianzas con la industria
4	Unidad administrativa	<ul style="list-style-type: none"> Ser responsable en términos financieros. Ofrecer servicio administrativos de excelencia a los proyectos de Transferencia tecnológica. 	<ul style="list-style-type: none"> Cumplir presupuestos y metas financieras de la oficina. Percepción de los usuarios(Proyectos de Transferencia tecnológica).

Figura 23: Despliegue de la estrategia de la OPI (Fuente: Elaboración propia).

Estructura organizacional

A continuación, se presenta la estructura organizacional de la OPI, con una descripción de cada una de sus unidades y su respectivo rol:

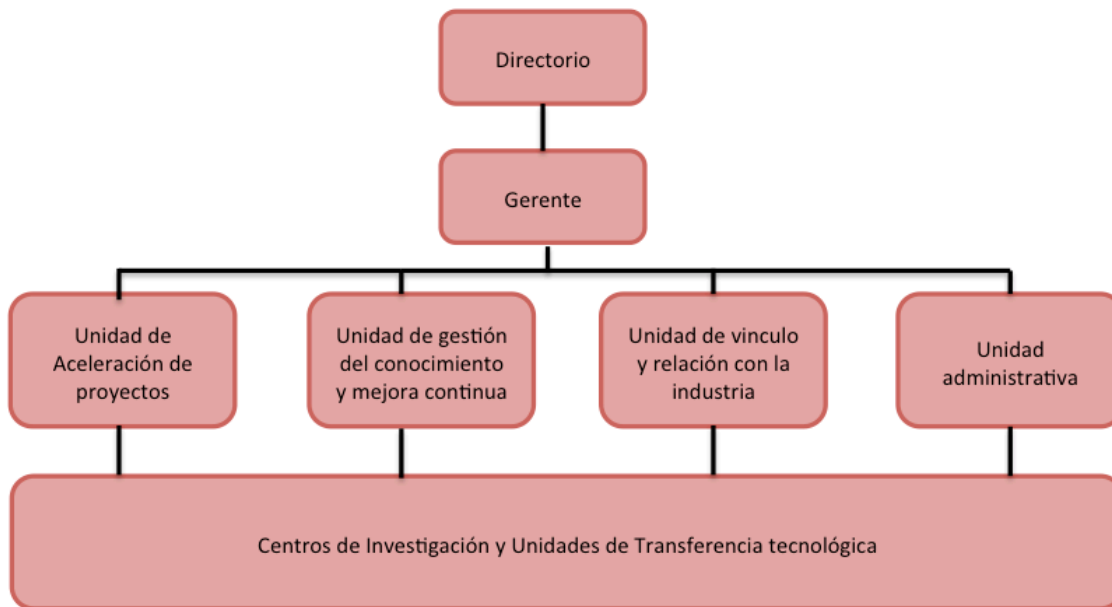


Figura 24: Estructura de la oficina de proyectos con la industria (Fuente: Elaboración propia).

Directorio: Conformado por los directores de las unidades de transferencia tecnología (Centros de investigación, VID, UNTEC, Aceleradora), las autoridades de la FCFM y representantes de la industria y el emprendimiento. Su rol es aprobar y auspiciar las medidas que propone la oficina.

Unidad de Aceleración de proyectos: Corresponde a la aceleradora, que es la encargada de tomar proyectos basados en tecnologías generadas en la FCFM o por sus alumnos y apoyarlas para que lleguen al mercado. Esta unidad está formada por un subgerente e ingenieros de proyecto que tienen como foco dar seguimiento y apoyar los proyectos que participan en el programa de aceleración. Es importante destacar que la operación de esta unidad debe funcionar en estrecha relación con la VID, quien tiene la misión de velar por los intereses de la Universidad en materia de transferencia tecnológica.

Unidad de gestión del conocimiento y mejora continua: Los centros de investigación poseen estructuras propias para realizar transferencia tecnológica. Adicionalmente, existen unidades específicas que tienen como fin canalizar procesos para vincularse con la industria, como la DIPE del DII y la UNTEC. En esta línea, el objetivo de esta unidad es generar instancias en las que se puedan generar intercambios de conocimiento entre los encargados de dichos procesos, con el fin de transmitir buenas prácticas e identificar problemas comunes. A continuación, se presentan las líneas de trabajo a desarrollar:

- Manuales de negociación: La FCFM debe entregar las directrices de lo que se espera de la relación entre la Facultad y las empresas, transparentando así los derechos y deberes de ambas partes y generando un marco para la confianza.
- Optimizar el proceso administrativo: Definir claramente el proceso administrativo por el que deben pasar los proyectos según si son proyectos de Investigación básica, aplicada, consultorías o servicios recurrentes. Idealmente se esperaría que para algunos procesos existieran contratos “listos para firmar”. Finalmente, se propone generar un manual en que se detalle el proceso administrativo por el cual se debe pasar para generar un proyecto con la industria.

- Potenciar la UNTEC como plataforma de Transferencia Tecnológica: La UNTEC es una fundación privada sin fines de lucro, lo que le otorga una serie de ventajas administrativas y una mayor rapidez para responder a las necesidades de las empresas. Es por esto que es una plataforma ideal para realizar I+D, consultorías y asesorías desde la universidad, que sean intensivas en tecnología (laboratorios, compra de equipos, etc.).
- Sistematización de la información: Construcción, obtención y seguimiento de KPI's

Unidad de vínculo y relación con la industria: Actualmente, la FCFM no cuenta con un canal explícito para recibir proyectos con la industria. Como se mencionó anteriormente, estos procesos ocurren en forma descentralizada a través de los centros y nacen principalmente por los contactos propios que tienen los investigadores con la industria. Dada esta situación, se propone que la unidad de vínculo y relación con la industria se encargue, en conjunto con los centros de investigación, de atraer empresas para el desarrollo de trabajos conjuntos en las siguientes líneas:

- Desarrollo de seminarios y conferencias.
- Financiamiento e investigación conjunta.
- Prácticas, memorias y tesis para estudiantes de pre y posgrado.
- Intercambio de profesionales e investigadores.
- Participación de la industria en el directorio de los centros de investigación.
- Consultoría y asesorías.
- Licenciamiento de tecnologías (en conjunto con la VID y unidad de aceleración).
- Difusión de tecnologías generadas en la FCFM.
- Vigilancia tecnológica.

A continuación, se presenta el proceso de vínculo con la industria, el cual se inicia con la solicitud de una empresa. Una vez recibido el requerimiento, la unidad conforma un equipo de trabajo en base al área de interés del cliente, pudiendo derivar completamente el proyecto a una unidad de transferencia o formar un equipo de trabajo nuevo albergado en la oficina de proyectos. Luego, la oficina de proyectos negocia el contrato en base al manual de negociación. Posteriormente, en caso de que el proyecto sea derivado a otra unidad de transferencia, la unidad supervisa el proceso administrativo, en caso contrario, se hace cargo del proceso administrativo y del control de gestión del proyecto. Finalmente, la Unidad se encarga de evaluar los resultados del proyecto desarrollado.

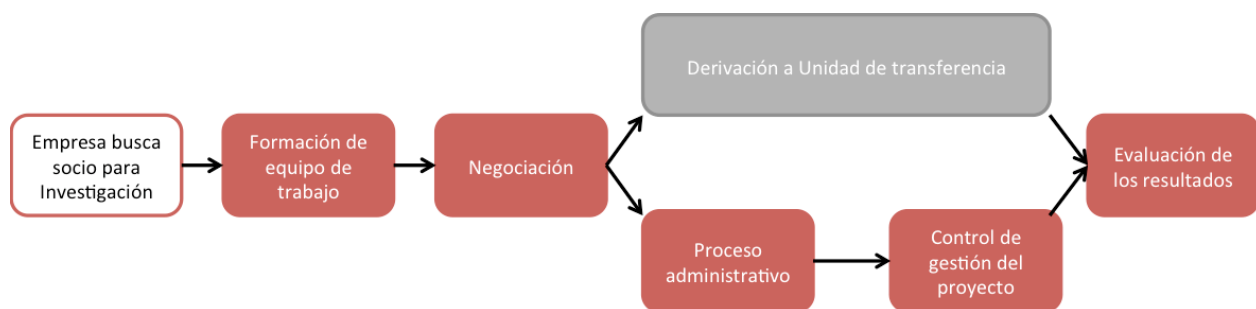


Figura 25: Desarrollo del proceso de vínculo con la industria (Fuente: elaboración propia)

Este proceso también es válido para los investigadores que buscan una contraparte empresarial para el desarrollo de sus proyectos.

Unidad administrativa: Entrega apoyo administrativos a proyectos que no se acogen en ningún centro o que son multidisciplinarios, es decir, que participan investigadores de varias unidades de investigación.

5.3.3 Propuesta económica

Ingresos

La OPI tiene la posibilidad de generar distintas fuentes de ingresos para cumplir su misión de ser autosustentable en términos financieros. El valor de los servicios se estima en base a entrevistas a los centros de investigación. A continuación, se presentan cuatro fuentes de ingresos, pudiendo agregarse nuevas en caso de que la dirección lo estime conveniente:

1. **Apoyo en la postulación a fondos concursales:** Si bien este servicio lo ofrece la VID, externaliza un porcentaje a una consultora o a formuladores externos. El foco está en ofrecer un apoyo integral a los investigadores y apoyarlos para que sus desarrollos lleguen al mercado. Se estima que este servicio podría cobrar aproximadamente un 10% del fondo de postulación. Esto incluye servicios de investigación de mercado, de propiedad industrial y administrativos. Se debiera dar especial énfasis a los proyectos que se encuentran en etapas de pre-comercialización. El objetivo es aumentar en un 50% la obtención de fondos concursales en cuatro años.
2. **Apoyo en levantamiento de capital:** El objetivo es aumentar un 30%, en un período de cuatro años, el financiamiento proveniente de la industria para los proyectos que se encuentran en fases de prototipo y pre comercial. Se estima que el cobro de la Oficina podría alcanzar el 5% del capital levantado para cubrir gastos de administración y de venta (negociación).
3. **Desarrollo de proyectos con la industria:** Licencia de tecnologías (en conjunto con la VID) y apoyo integral en el desarrollo de proyectos con la industria. Se estima la tarifa en un 5% aproximadamente, por gastos de administración del proyecto, servicios de búsqueda de una contraparte de la industria y posterior derivación a un centro de investigación. Se espera, a partir de la gestión de la OPI, un aumento del 70% de los proyectos con la industria⁷⁶.
4. **Financiamiento Propio:** Sobretudo en los primeros años, la oficina requerirá financiamiento adicional para su funcionamiento, siendo una posibilidad utilizar un porcentaje de los recursos del Programa Ingeniería 2030. Otra posibilidad es que los centros entreguen un porcentaje de su presupuesto para el financiamiento de la unidad, ya que son beneficiarios directos. Finalmente, la propia FCFM podría generar un aporte para el financiamiento de la unidad dado el impacto que busca generar la oficina en el largo plazo y que la transferencia tecnológica es una externalidad positiva tanto para la Facultad como la sociedad en general.

El detalle de los ingresos se presenta en el Anexo N°13.1

Costos

El principal costo es el Recurso Humano, el cual debe ser de excelencia y con experiencia en gestión tecnológica. Dicho ítem irá creciendo según la demanda por servicios que tenga la OPI. Adicionalmente, se considera un presupuesto para actividades de marketing como difusión de tecnologías, desarrollo de una página web, realización de seminarios, etc. El cual se estima en

⁷⁶ Para la presente evaluación, solo se consideran los centros que aparecen en la Tabla N°4)

un 20% del presupuesto total. Con respecto a los costos de administración de la FCFM, uso de instalaciones y equipos, se estima en un 10% del total de los ingresos de la OPI⁷⁷. Finalmente, los costos de administración y venta propios se estiman en un 5%⁷⁸.

El detalle de los costos se presenta en el Anexo N°13.2

Impacto

Utilizando un factor de descuento de un 12%⁷⁹, se estima que el financiamiento requerido por parte del Programa Ingeniería 2030 es de CLP \$332.484.000 (El detalle se presenta en el Anexo N°13.3). Los impactos esperados de la propuesta para un horizonte de cuatro años son:

- Aumento de los proyectos de I+D aplicado que se financian mediante programas de apoyo estatal en un 50%.
- Duplicar los proyectos en etapa de pre-comercialización, incrementando así las posibilidades de generar Spin-Offs o licenciamientos.
 - Obtener un 30%⁸⁰ de financiamiento proveniente de la industria para proyectos que se encuentran en etapa pre-comercial.
- Aumentar en un 70% los ingresos provenientes de la industria ya sea por concepto de licenciamiento, consultorías, asesorías, etc.
- Aumentar el número de Start-ups y spin off basados en tecnologías desarrolladas en la FCFM.
- A través de la campaña de marketing y difusión, cambiar la percepción de la comunidad universitaria con respecto al desarrollo de proyectos con la industria y emprendimiento. Asimismo, generar instrumentos de apoyo para proyectos con potencial comercial que se basen en ciencia y tecnología.
- Mejora de los procesos administrativos y de gestión con foco en la reducción de tiempos y costos.

5.3.4 Proceso rediseñado

En la figura 26 se presenta el nuevo diseño del proceso de transferencia tecnológica para la FCFM. Se destaca que, al igual que en el diagnóstico (Figura 16), los procesos no son excluyentes, pudiendo tomarse uno o varios para una misma tecnología. Una característica fundamental del nuevo proceso, es que cualquier producto o servicio desarrollado por algún académico o investigador de la FCFM debe ser declarado en la Aceleradora, la cual es la institución encargada de catalogar todas las tecnologías que se generan en la Facultad y determinar su potencial innovador.

- **Proceso de licenciamiento:** La aceleradora declara las tecnologías que tienen potencial innovador a la VID, esta institución se encarga del proceso de licenciamiento de la tecnología y la estrategia con la que la Universidad de Chile protegerá sus intereses sobre la tecnología desarrollada.

⁷⁷ Basado en información levantada en los centros.

⁷⁸ *Ibíd.*

⁷⁹ Utilizando CAPM: Beta sector educación (Fuente: http://people.stern.nyu.edu/adamodar/New_Home_Page/datafile/Betas.html); Tasa libre de riesgo: 5,0% (Fuente: BCP10, Enero 2014); Prima por riesgo: 5,5% (Fuente: CORPBANCA, Enero 2014).

⁸⁰ De lo que normalmente se obtiene en un fondo estatal

- **Proceso de Emprendimiento:** Proceso liderado por la Aceleradora, el objetivo de este proceso es la generación de un Spin-Off, Startup o el licenciamiento de la tecnología a una empresa externa. Es importante destacar que los proyectos liderados por la aceleradora no solo son a partir de tecnologías licenciadas por la Universidad de Chile.
- **Proceso de publicación:** Este proceso existe actualmente, no obstante, se propone potenciar el desarrollo de investigación aplicada en conjunto con la industria y/o el Estado.
- **Proceso de Transferencia tecnológica (consultorías/asesorías/investigación conjunta):** Este proceso es liderado por la Oficina de proyectos con la industria, quien es la encargada del contacto primario con la industria. Si un proyecto llega directamente a otra unidad de transferencia, el proceso debe ser supervisado por la OPI.

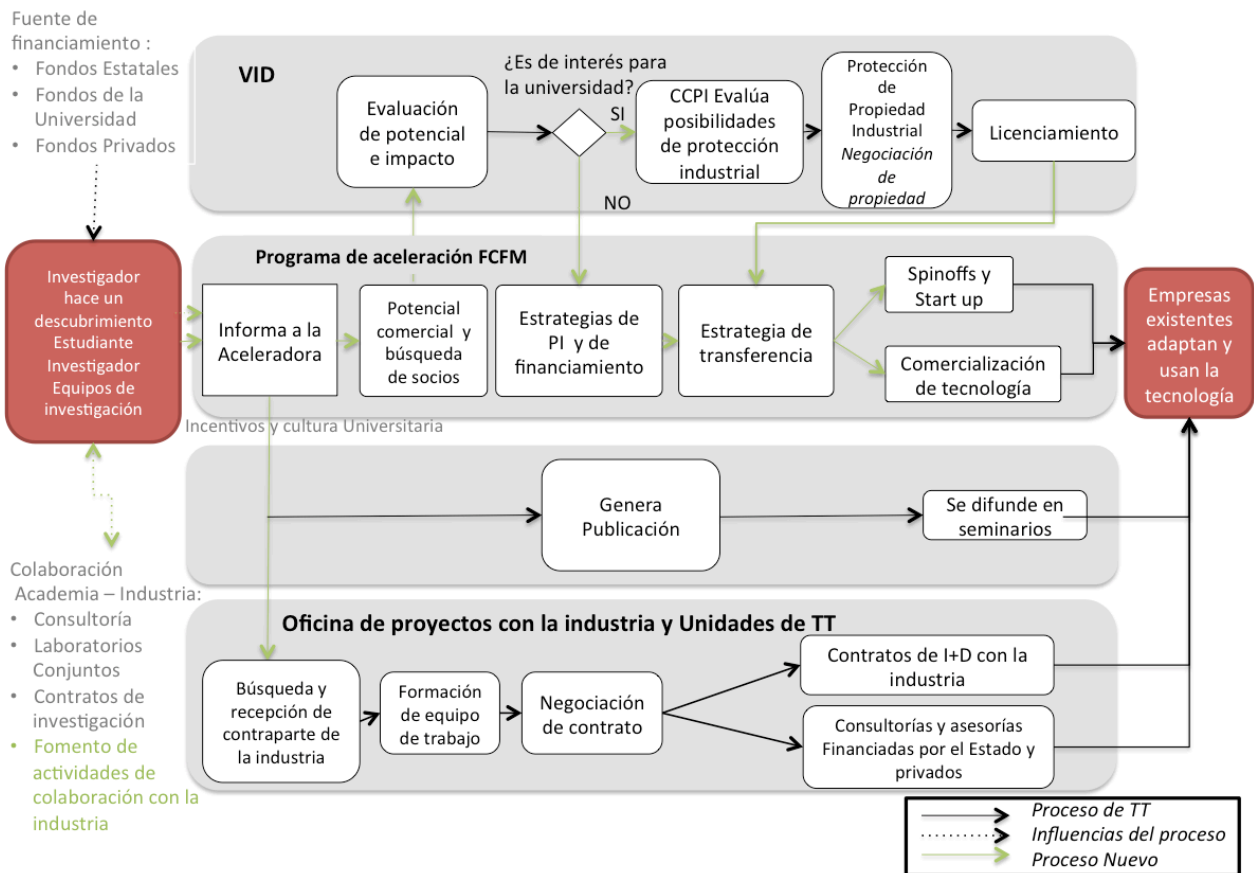


Figura 26: Propuesta de Diseño del proceso de Transferencia Tecnológica (Fuente: Elaboración propia) .

Capítulo 6: Conclusiones y recomendaciones

A nivel internacional existe un importante desarrollo en materia de gestión tecnológica, países como Estados Unidos y la Comunidad Europea cuentan con una amplia bibliografía sobre el tema. En Chile, el desarrollo de este conocimiento aún es incipiente, no obstante, se le ha dado un gran énfasis en los últimos años producto del impacto económico y social que la gestión tecnológica puede producir. A pesar de lo anterior, cuando se observan las prácticas y resultados que tienen los países extranjeros se debe poner especial atención a los contextos económicos, sociales y políticos de cada Nación. Por ejemplo, en Estados Unidos, las oficinas de licenciamiento de tecnologías han tenido excelentes resultados en las universidades. Pero, importar directamente dichas oficinas a Chile no tendría sentido, dada la escasa demanda por patentes por parte de la industria (Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, 2014), por lo tanto, estas requieren ser adaptadas a la realidad nacional.

La revisión de buenas prácticas internacionales permite observar cómo, incluso en ambientes desfavorables, se pueden lograr importantes mejoras en materia de transferencia tecnológica. Dichas universidades desarrollan estructuras e incentivos que permiten generar cambios en los ecosistemas. Con respecto a la revisión nacional, las universidades estudiadas han desarrollado importantes cambios en los últimos años con el fin de aumentar y mejorar sus procesos de transferencia tecnológica, en particular, se destacan las estructuras para fomentar el emprendimiento, tanto el basado en ciencia y tecnología como el tradicional.

La FCFM es una institución compleja, tiene un portafolio de tecnologías único y en la frontera del conocimiento, el cual ha sido desarrollado en gran parte con fondos provenientes del Estado, es decir, recursos que emanan de todos los chilenos. No obstante, pareciera que desde la Universidad se piensa que la sociedad espera una patente o una publicación, cuando en la realidad, espera que los problemas y las complejidades se vean minimizadas gracias a la aplicación real de los adelantos desarrollados, tanto en el plano productivo como social.

Por otro lado, al ser una institución pública se encuentra en un ambiente legal y administrativo desfavorable para generar proyectos de transferencia tecnológica. Esta situación se ve aún más perjudicada por la descentralización imperante en la administración de los proyectos. En efecto, la FCFM cuenta con 20 oficinas de Transferencia tecnológica (la VID, UNTEC y oficinas propias en los centros de investigación (Anexos N°4 y N°5), las cuales transfieren conocimiento y tecnología a la sociedad. Esta situación produce duplicidad de esfuerzos, ineficiencias y desorden administrativo. Por otro lado, la FCFM actualmente no cuenta con ningún programa para apoyar los emprendimientos que desarrollan los miembros de su comunidad (académicos, investigadores, profesionales y estudiantes). Asimismo, tampoco existe un canal claro para que la industria se pueda acercar a la Universidad o viceversa. Actualmente, la relación universidad-empresa se da principalmente gracias a los contactos que puedan tener los propios investigadores. Ello hace que los procesos de transferencia tecnológica aún sean incipientes.

Considerando el diagnóstico, se propone la creación de dos estructuras. En materia de emprendimiento se propone la creación de un programa de aceleración de negocios basados en ciencia y tecnología, que se encargue de fomentar el desarrollo de innovaciones, apoyar a los proyectos con potencial que se encuentran en la FCFM para transferirlos, ya sea a través de la generación de nuevas empresas o el licenciamiento de tecnologías. La segunda estructura está relacionada con la mejora de los procesos de transferencia tecnológica de la Facultad, haciéndose

cargo de la mejora sistemática de los procesos administrativos. Adicionalmente, se propone la creación de una unidad que fomente activamente la relación con la industria.

El desarrollo de proyectos de transferencia tecnológica no solo permite la obtención de recursos para la institución y la generación de un impacto positivo en la actividad económica y productiva del país. En adición, estos procesos tienen como externalidad positiva la generación de investigación de mayor impacto y una mejor formación docente, ya que la Institución está más consciente de los desafíos y problemas que tiene la industria. En consecuencia, está mejor preparada para generar soluciones desde (i) la formación de capital humano (primera misión); (ii) generación de conocimiento (segunda misión) y (iii) la posterior transferencia de este conocimiento (tercera misión).

Es importante destacar que las metodologías y el diseño del proceso de transferencia tecnológica propuesto no tienen ningún sentido y pierden toda aplicabilidad si no se cuenta con personas expertas en el tema capaces de implementar los procesos propuestos. En esa línea, la implementación de las medidas debe ser liderada por Gestores tecnológicos con amplia experiencia en la materia y con apoyo de toda la comunidad universitaria.

Asimismo, la implementación de las medidas propuestas deben tener un foco en el aprovechamiento de los recursos existentes, y en ese sentido, la coordinación con los actores relevantes de la FCFM en los procesos de transferencia tecnológica es fundamental, pues este proceso es clave. De hecho, es en la implementación donde se juega que la propuesta reduzca o aumente la burocracia existente en los procesos estudiados.

En línea con lo anterior, es relevante destacar que no es el interés de la presente propuesta crear una oficina desde cero, sino aprovechar los recursos disponibles y centralizarlos. Es entendible que algunos centros que se enfocan en industrias específicas tengan sus propias estructuras para realizar transferencia tecnológica. No obstante, ello no contradice que una serie de servicios administrativos y de gestión se puedan unificar reduciendo la burocracia existente.

Un ejemplo de recurso que debe aprovechar la presente propuesta es la VID, la cual a través de su Dirección de Innovación ha tenido avances notables en materia de transferencia tecnológica, a pesar de sus desventajas, como lo son un equipo reducido y una posición geográfica distante (Young, 2007). Por lo tanto, un trabajo conjunto entre la VID y la Oficina de proyectos con la industria permitirá que ambas estructuras potencien sus servicios.

Finalmente, un planteamiento central de la presente tesis es la gestión del cambio que requiere la FCFM para generar innovación. De esta forma, de manera inteligente y empática se deben identificar apoyos y resistencias que permitan unificar los esfuerzos de los diversos actores involucrados. En la Universidad existen incentivos y ambientes de fomento claros para la promoción de la investigación aplicada con foco en el aumento de publicaciones, lo cual ha permitido incrementar la productividad científica de toda la Universidad. Sin embargo, implica un efecto colateral para las acciones que no presentan incentivos como la generación de empresas de base tecnológica, el licenciamiento o la prestación de servicios tecnológicos a las empresas productivas. Considerando este escenario, se propone como línea de trabajo futura el desarrollo de un plan de incentivos que permita ir aumentando la productividad de innovación.

Glosario

Innovación: La introducción de un producto (bien o servicio) o de un proceso, nuevo o significativamente mejorado, o la introducción de un método de comercialización o de organización nuevo aplicado a las prácticas de negocio, a la organización del trabajo o a las relaciones externas. (OCDE)

Tecnología: Cuerpo de conocimientos, herramientas y técnicas derivadas de la ciencia y de la experiencia práctica, que son utilizadas en el desarrollo, diseño y producción y aplicación de productos, procesos, sistemas y servicios. (OCDE)

Transferencia Tecnológica: proceso a través del cual las entidades que generan conocimiento a través de la I+D transfieren ese conocimiento al mercado o a la sociedad generando valor. (INNOVA CORFO)

Publicaciones ISI: Artículos o publicaciones académicas indexados en el Institute for Science Information.

Mentoring: Ofrecimiento de consejos, información o guía que hace una persona que tiene experiencias y habilidades en beneficio del desarrollo personal y profesional de otra persona.

Networking: Construcción de relaciones con personas de tu entorno que deseen hacer negocios.

Vigilancia tecnológica: Identificación de un problema a resolver, de tendencias tecnológicas, de mercado, actores relevantes respecto a técnicas, productos, derechos de propiedad intelectual involucrados, etc.(VID UCHILE)

Propiedad industrial: Creaciones de la mente humana con valor comercial, a las cuales se las ha concedido un derecho de propiedad exclusiva.(Acercando la propiedad industrial. (VID UCHILE)

Propiedad Intelectual: Los derechos que protegen las creaciones intelectuales humanas de diversa índole. (VID UCHILE)

Empaquetamiento tecnológico: Proceso de desarrollo de productos que presentan una oportunidad comercial demostrable y que para esto contemplan el desarrollo de una investigación científica y tecnológica (INNOVA CORFO)

Investigación básica: Trabajo teórico o experimental llevado a cabo principalmente para adquirir nuevo conocimiento general sobre los fundamentos que subyacen en los fenómenos y hechos observados, sin ninguna aplicación en particular o uso inmediato a la vista. (OCDE)

Investigación Aplicada: Investigación original llevada a cabo para adquirir nuevo conocimiento y que tiene un objetivo práctico particular.(OCDE)

Investigación y desarrollo: Todo el trabajo creativo llevado a cabo sobre una base sistemática en orden a incrementar el stock de conocimiento, incluyendo el conocimiento del hombre, cultura y sociedad, y el uso de ese stock para idear nuevas aplicaciones.(OCDE)

Desarrollo experimental: Un trabajo sistemático, basado en el conocimiento existente ganado por la investigación y experiencia práctica, dirigido a producir nuevos materiales, productos y

mecanismos; a instalar nuevos procesos, sistemas o servicios; o a mejorar sustancialmente aquellos que ya son producidos o están instalados.(OCDE)

Prueba de concepto: Es una implementación, a menudo resumida o incompleta, de un método o de una idea, realizada con el propósito de verificar que el concepto o teoría en cuestión es susceptible de ser explotada de una manera útil.

Innovación tecnológica: Es la conversión de conocimiento tecnológico en nuevos productos, nuevos servicios o procesos para su introducción en el mercado, así como los cambios tecnológicamente significativos en los productos, servicios y procesos. (OCDE)

Invencción: Una invención es toda solución a un problema de la técnica que origine un quehacer industrial, entendido este último concepto en su acepción más amplia e independientemente de la factibilidad económica para ponerla en la práctica.(INAPI)

Spin-Off: Proyecto nacido como extensión de otro anterior, o más aún de una empresa nacida a partir de otra mediante la separación de una división subsidiaria o departamento de la empresa para convertirse en una empresa por sí misma. En el caso universitario, corresponde a la generación de una empresa fundada a partir de una tecnología creada al interior de la Universidad.

Bibliografía

- [1] CNIC , *Agenda de Innovación y competitividad Chile 2010-2020.*, 2010.
- [2] Iniciativa Ingeniería 2030, *Informe 3 : Síntesis diagnóstica general de las facultades de Ingeniería chilenas.*
- [3] FCFM - Universidad de Chile, *A new Engineering for 2030.*, 2014.
- [4] OECD , *Manual de Oslo: Directrices para la recogida e interpretación de información relativa a innovación.*: Comunidad de Madrid , 2006.
- [5] A Schumpeter, *Teoría del Desarrollo Económico.*: Cambridge: Harvard University Press, 1934.
- [6] Roy Rothwell, *Towards the Fifth-generation Innovation Process.*, 1994.
- [7] Henry Chesbrough, *Open Innovation: The new imperative for creating and profiting from technology.*: Harvard Business School Press, 2003.
- [8] Maria del Socorro Lopez , Juan Carlos Mejía , and Rodolfo Schmal , *Un acercamiento al Concepto de la Transferencia de Tecnología en las Universidades y sus Diferentes Manifestaciones.*: Panorama socioeconómico, 2006.
- [9] Javier Gonzales Sabater, *Manual de transferencia de tecnología y conocimiento.* España: Gonzales&Sabater, 2009.
- [10] Rory O'Shea, Thomas Allen , Kenneth Morse, Colm O'Gorman , and Frank Roche , *Delineating the anatomy of an entrepreneurial university : The MIT experience.* Oxford, UK: R&D Management, 2007, vol. 37.
- [11] Joachim Hemer , Herbert Bersteit, and Maximilian göthner, *Success Factors for Academic Spin-offs.* Berlin: Fraunhofer Institute for Systems and Innovation Research, 2005.
- [12] Christopher Hayter , *Harnessing University Entrepreneurship for Economic Growth: Factors of Success Among University Spin-offs.*: Economic Development Quarterly , 2012.
- [13] Dante Di Gregorio and Scott Shane , *Why do some universities generate more start-ups than others?:* Research Policy, 2003, vol. 32.
- [14] Barbara Bigliardi, Francesco Galati, and Chiara Verbano, "Evaluating Performance of University Spin-Off Companies: Lessons from Italy," *Journal of Technology, Management & Innovation*, vol. 8, no. 2, pp. 178-188, Mar. 2013.
- [15] Christopher Hayter , *In search of the profit-maximizing actor: motivations and definitions of success from nascent academic entrepreneurs.*: Springer Science+Business Media, LLC 2010 , 2010.

- [16] Samantha Bradley, Christopher Hayter, and Albert Link, *Models and Methods of University Technology Transfer*, The university of North Carolina Greensboro, Ed.: Department of Economics Working Paper Series, 2013.
- [17] Donald Siegel , David Waldman, Leanne Atwater, and Albert Link , *Toward a model of the effective transfer of scientific knowledge from academicians to practitioners: qualitative evidence from the commercialization of university technologies.:* Journal of Engineering And Technology Managment , 2004.
- [18] Donald Siegel, *Academic Entrepreneurship: Leason learned for University Administrators and policyman.*, 2011.
- [19] Lewis M. Branscomb and Phillip E. Auerswald, *Between invention and innovation : An Analysis of funding for Early-Stage Technology Development.*, 2002.
- [20] Tim Stapenhurst, *The Benchmarking Book*. UK: Butterworth-Heinemann , 2009.
- [21] R Nelson , *The market economy and the scientific commons.:* Research Policy , 2004.
- [22] Robert Strom, Uzi De-Haan, and wai fong boh, *University Technology Transfer through entrepreneurship: Faculty and students in spin-off.:* Erwin Marion Kauffman Foundation, 2012.
- [23] Subdirección de Transferencia Tecnológica InnovaChile, *Capacidades en Transferencia Tecnológica.*, 2013.
- [24] FCFM - Universidad de Chile , *Research, Development, innovation and entrepreneurship to meet global engineering demands.*, 2013.
- [25] María Jose Lambert Alegria , *Estrategia de marketing, diseño y tarificación de un servicio asociado a la herramienta tecnológica de detección de plagio en documentos digitales provisto por DOCODE.*, 2013, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial.
- [26] "Informe Final N° 82. de 2013. sobre auditoria a los convenios de recepción y/o entega de transferencias entre la Facultad de Ciencias Fisicas y Matematicas de la Universidad de Chile y su fundación para la transferencia tecnologica. asi como, a la regularidad de operaciones de esta ultima," División de Auditoria administrativa Área de Educación, Contraloria General de la Republica de Chile,.
- [27] Academia Chilena de Ciencias , *Innovación Basada en Conocimiento Científico.*, 2013.
- [28] Ruth Graham , *Technology Innovation Ecosystem Benchmarking Study: Key findings from Phase 1*, MIT Skoltech Initiative, Ed., 2013.
- [29] Ministerio de Economía, Fomento y Turismo, Gobierno de Chile, *Octava Encuesta de Innovación en Empresas (años de referencia: 2011-2012).*, 2014.

- [30] Martin Holi, Rochana Wickramasinghe, and Matthijs Van leeuwen, "Metrics for the Evaluation of Knowledge Transfer Activities at Universities," UNICO, 2009.
- [31] Maria Jose Garcia Cabello , *Diseño de una metodología de incubación y transferencia tecnologica para academicos en Novos.*, 2011, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial.
- [32] Vijay K. Jolly, *Commercializing new technologies: getting from mind to market*, Harvard Business School Press, Ed., 1997.
- [33] Terry A. Young, "Establishing a Technology Transfer Office," *Intellectual property management in health and agricultural innovation: A handbook of best practices*, 2007.
- [34] Carlos Fernandez, *Cómo Construir un Sistema de Transferencia de Tecnología en un País en Desarrollo.*, 2007.
- [35] Roberto Hernandez Sampieri , Carlos Fernandez Collado , and Maria del Pilar Baptista Lucio , *Metodologia de la Investigación.*: Mc Graw Hill , 2010.
- [36] Francisco Javier Molina Jara , *Construcción de equipos de trabajo mediante análisis de redes sociales e identificación de atributos personales*, Universidad de Chile, Ed., 2010, Memoria para optar al título de Ingeniero Civil Industrial.

Anexos

Anexo 1. Gasto de I+D en Chile

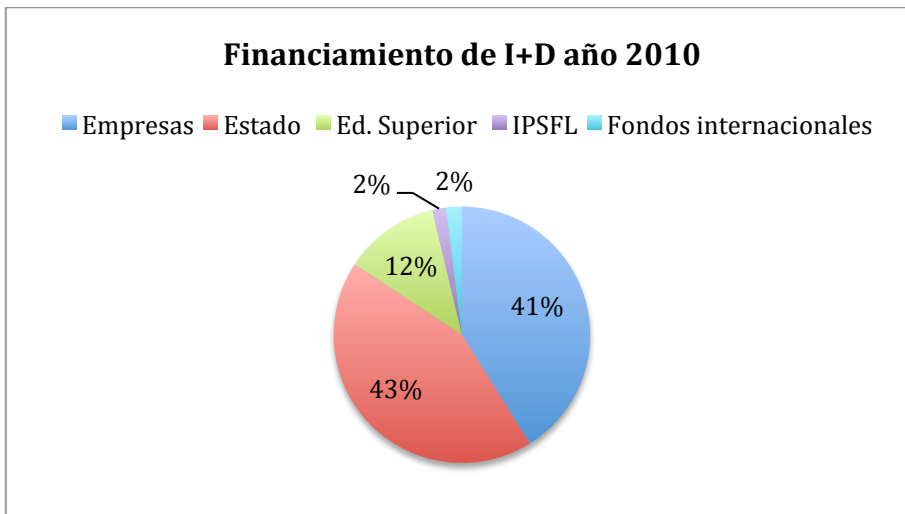
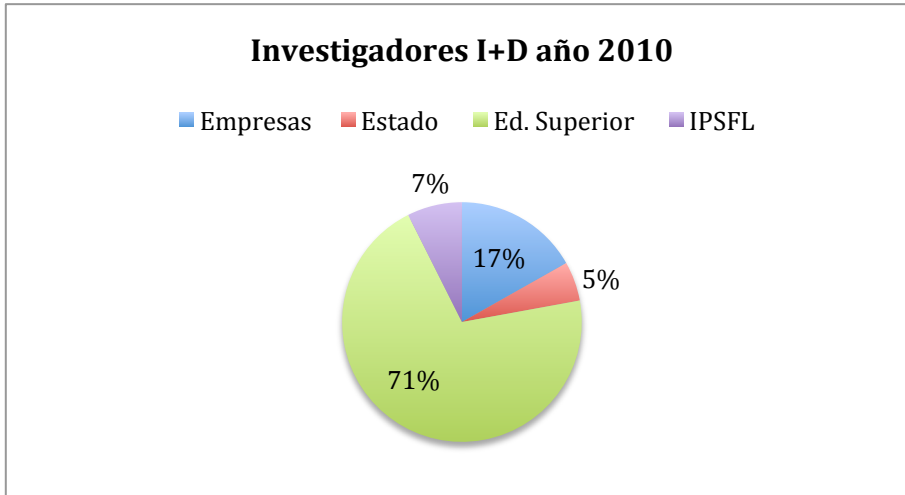


Figura 27: Fuente: Informe de Resultados Encuesta de Gasto en Investigación y Desarrollo años 2009-2010. División de Innovación, Ministerio de Economía, Julio de 2012.

Anexo 2. Gasto de I+D como porcentaje del PIB en Chile

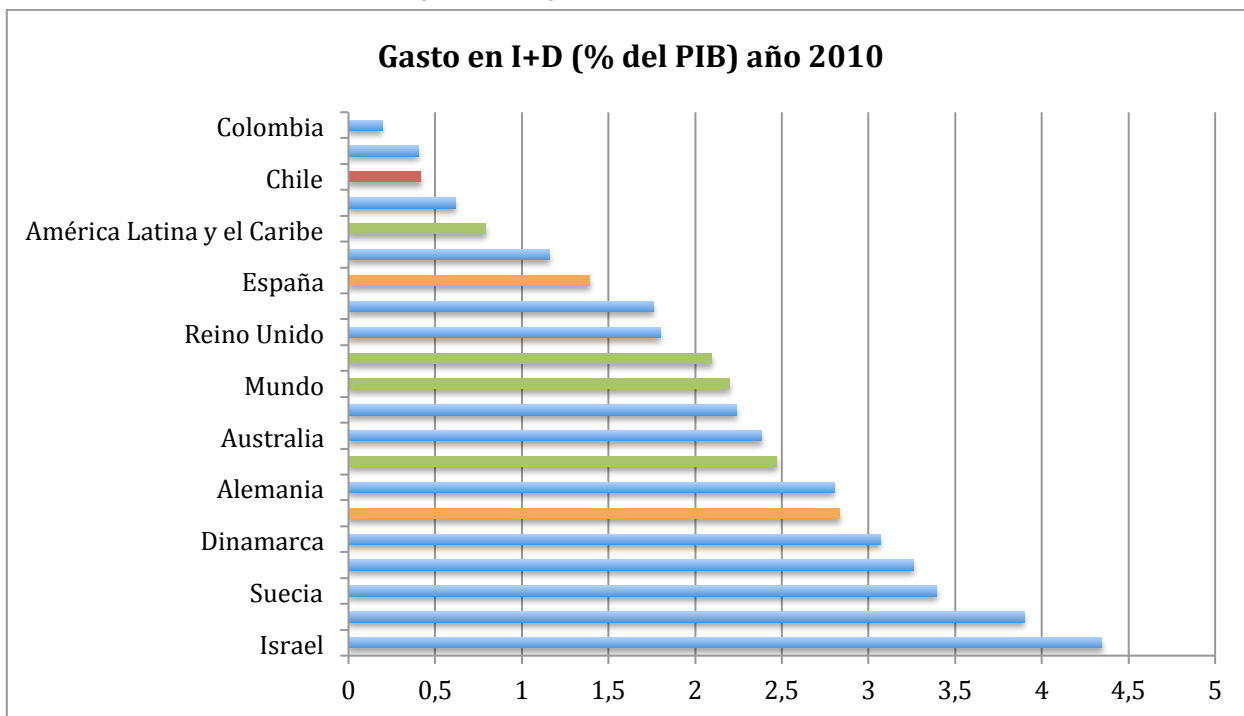


Figura 28: Gasto en I+D, 2010. (Fuente: Banco Mundial)

Anexo 3. Solicitudes de patentes por millón de USD

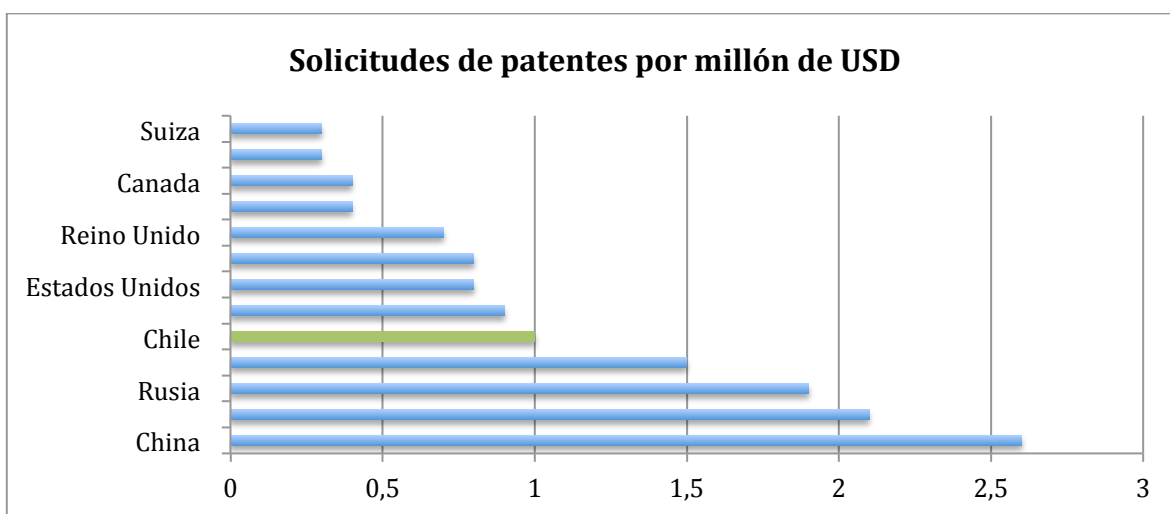


Figura 29: Solicitudes de patentes por millón de USD (Fuente: INAPI, 2012)

Anexo 4. Centros de investigación ubicados en la FCFM

Centros de Excelencia vigentes en la FCFM:

- Centro de Modelamiento Matemático (CMM).
- Centro Avanzado de Tecnología para la Minería (AMTC).
- Centro de Excelencia en Geotermia de los Andes (CEGA).
- Instituto de Sistemas Complejos de Ingeniería (ISCI).
- Centro de Investigaciones en Energía Solar (SERC).
- Centro de Investigación del Clima y la Resiliencia (CR)².
- Centro de Astrofísica y Tecnologías Afines (CATA).
- Centro de Biotecnología y Bioingeniería (CeBIB).
- Instituto Milenio de Astrofísica (MAS).

Centros con financiamiento proveniente de la industria:

- Centro de Energía (CE).
- Centro de Finanzas (CF).
- Centro de Sistemas Públicos (CSP).
- Centro de Investigación en Inteligencia de Negocios (CEINE).
- Centro de Estudios de Retail (CERET).

Centros orientados a servicios recurrentes:

- Network Information Center (NIC-Chile).
- Instituto de Investigaciones y Ensayos de Materiales (IDIEM).
- Centro Sismológico Nacional (CSM).
- Dirección de proyectos Externos Ingeniería Industrial (DIPE): Recibe proyectos del DII y de los centros ligados a dicho departamento (ISCI, CF, CSP, CEINE, CERET).

Anexo 5. Proceso de Transferencia tecnológica de los Centros de Investigación de la Facultad

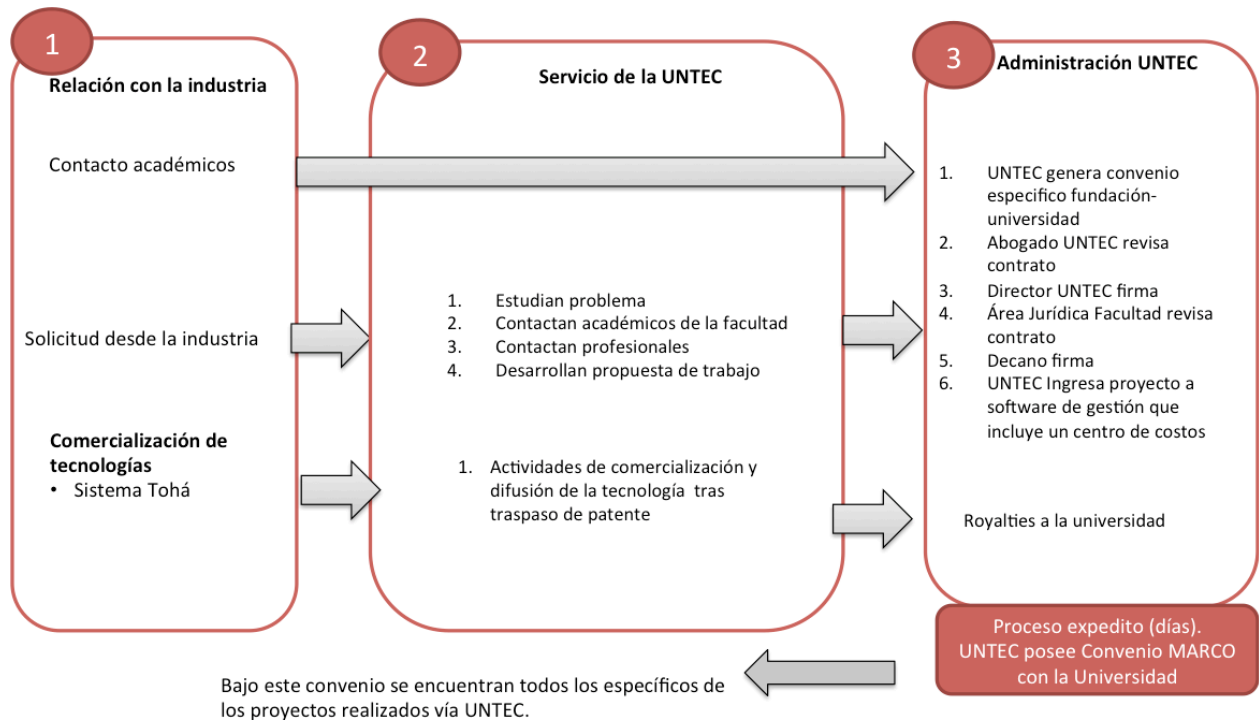


Figura 30: Proceso de Transferencia Tecnológica de la UNTEC (Fuente: Entrevista con Secretario Ejecutivo).

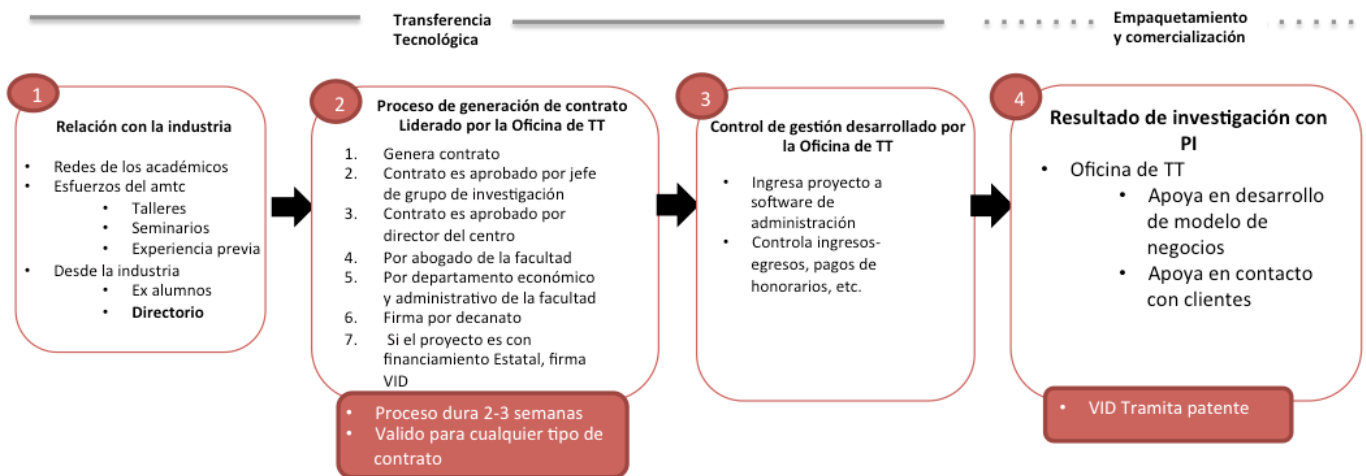


Figura 31: Proceso de Transferencia Tecnológica del AMTC (Fuente: Entrevista con Gerente de Transferencia tecnológica).

Anexo 6. Programas de Financiamiento estatal para I+D aplicado.

Fondef⁸¹

El Fondo de Fomento al desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) tiene como propósito contribuir al aumento de la competitividad nacional y al mejoramiento de la calidad de vida de los chilenos, promoviendo la vinculación entre instituciones de investigación, empresas y otras entidades en la realización de proyectos de I+D aplicada y de desarrollo tecnológico de interés para el sector productivo u orientados al interés público. El fondo tiene un presupuesto anual que supera los USD 30 millones y se divide en dos líneas de acción:

- Apoyo a proyectos de I+D aplicada, con alto contenido científico, orientados a generar impactos económicos y/o sociales. Estos proyectos son ejecutados por instituciones de investigación asociadas con empresas u otras entidades que les otorgan pertinencia.
- Apoyo a la generación de capacidades de emprendimiento innovador basado en la investigación en los egresados de las universidades chilenas, financiando proyectos de emprendimiento a partir de los resultados de sus tesis de grado o posgrado.

Sus instrumentos de apoyo se dividen en dos, a saber, programas regulares y temáticos (enfocados en industrias o desafíos específicos). Asimismo, dentro de los programas regulares, se destacan dos:

Programa IDeA⁸²:

- **Etapa Ciencia Aplicada (etapa 1):** Financia proyectos de I+D para validar pruebas de concepto, modelos o prototipos evaluados en condiciones de laboratorio o pequeña escala.
- **Etapa investigación tecnológica (etapa 2):** Participan proyectos que hayan participado en la etapa 1, que a partir de los resultados de la primera etapa, continúan la investigación aplicada y el desarrollo hacia la obtención de resultados que se encuentren más próximos a su aplicación productiva o su implementación en el plano social.

Programa Valorización de la investigación en la Universidad (VIU)⁸³: Programa dirigido a alumnos de universidades nacionales, que apoya nuevos negocios o empresas a partir de resultados de investigación. Se divide en dos etapas:

- **Etapa 1:** Elaboración de un plan de negocios y plan de trabajo para la ejecución de actividades de emprendimiento y la formalización de un acuerdo sobre la propiedad intelectual del proyecto.
- **Etapa 2:** Ejecución del plan de trabajo y concreción del emprendimiento.

⁸¹ <http://www.conicyt.cl/fondef/sobre-fondef/que-es-fondef/>

⁸² <http://www.conicyt.cl/fondef/2014/05/14/primer-concurso-idea-en-dos-etapas/>

⁸³ <http://www.conicyt.cl/fondef/files/downloads/2014/06/6208E-14-REXX.pdf>

Líneas de financiamiento	Fondef (% cobertura)	Monto Máximo CLP MM \$	Duración meses
IDeA Etapa 1	80%	150	24
IDeA Etapa 2	70%	150	24
VIU Etapa 1	90%	2	2
VIU Etapa 2	90%	24	12

Tabla 10: Instrumentos de apoyo entregados por el programa FONDEF

Programa I+D Aplicado CORFO⁸⁴

Tiene como objetivo apoyar la resolución de problemas o desafíos de un sector o abordar una oportunidad de mercado a través de la I+D aplicada que culmina en una solución tecnológica expresada como un prototipo y/o pruebas experimentales (de laboratorio) y/o pruebas de concepto. Este programa busca hacerse cargo de todo el proceso de la innovación tecnológica, como se explica a continuación:



Figura 32: Programa I+D Aplicado Innova CORFO (Fuente: CORFO, 2012.)

Las líneas que ofrece el programa son:

- **Línea 1:** Financia el estudio del estado del arte, giras tecnológicas, estudios de mercado, identificación, evaluación y selección de una solución tecnológica.
- **Línea 2:** Financia el desarrollo de prototipos, pruebas experimentales y de concepto. Solicitudes de protección de propiedad intelectual y valorización de mercado y de tecnología. Se exige la participación de una empresa que trabaje en conjunto con la Universidad y que cofinancie al menos un 10% del costo total del proyecto.
- **Línea 3:** Se divide en dos etapas. En la primera se valoriza el mercado y la propiedad intelectual y en caso de aprobar, se desarrolla una estrategia de proyección.
- **Línea 4:** Financia el desarrollo de un prototipo tecnológico comercializable, estrategia de propiedad intelectual y la generación de un contrato de licenciamiento o creación de una nueva empresa. Se exige la participación de una empresa que trabaje en conjunto con la Universidad y que cofinancie al menos un 15% del costo total del proyecto.

⁸⁴ <http://www.corfo.cl/downloadfile.aspx?CodSistema=20020129172812&CodContenido=20111230114738&CodArchivo=20140625170600>

Líneas de financiamiento	INNOVA Chile (% cobertura)	Cofinanciador (% cobertura mínimo)	Monto Máximo CLP MM \$	Duración meses
Línea 1	80%	-	15	6
Línea 2	80%	10%	180	36
Línea 3	80%	-	15	12
Línea 4	60%	15%	160	24

Tabla 11: Programa I+D CORFO aplicado.

A partir de los casos de innovación revisados por la Academia Chilena de Ciencias (Academia Chilena de Ciencias , 2013) se extrae que los recursos estatales invertidos son insuficientes, tanto en monto como en duración de los subsidios. La situación es aún más crítica si se considera que en Chile, los recursos provenientes del sector privado son prácticamente inexistentes.

Anexo 7. Pauta entrevista a expertos

Pauta Entrevista a Expertos

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre		E-Mail	
Cargo		Institución	

EXPERIENCIA

1- ¿Alguna vez ha estado relacionado con algún proyecto de I+D que era potencialmente transferible? ¿Cuál fue su experiencia?

2- Considerando la institución en la que participó, ¿maneja aproximadamente alguno de los siguientes ratios?

Emprendimiento

- % de Disclosure / Capacidad Investigadora:
- % de licencias-transferencias/Disclosure:
- Probabilidad de que un Disclosure genere dividendos económicos:

Universidad Empresa

- Número de asesorías que desarrolla el Centro
- Requisitos para formar parte del Centro
- Proyectos emblemáticos

PREGUNTAS SOBRE EL SISTEMA DE INNOVACIÓN DE LA FCFM

3- ¿Cuales son los puntos críticos que enfrenta la universidad en materia de transferencia y comercialización de innovaciones nacidas a partir de resultados de investigación académica?

4- ¿Cuáles es el rol de un académico en un proceso de transferencia tecnológica?

5- Mencione algo bueno y algo malo del sistema de transferencia tecnológica de la FCFM.

6- ¿Tiene alguna propuesta de mejora para el proceso de transferencia en la Facultad?

PERCEPCIÓN

7- ¿Cuál crees que es la visión de los académicos en torno a la transferencia y comercialización de resultados de investigación?

8- ¿Cuáles son los factores que más inciden en el desarrollo de proyectos de este tipo desde el académico?

INCENTIVOS

11- ¿Cómo se podría incentivar a los académicos a realizar transferencia tecnológica? (Mencione: Factores culturales, motivaciones, etc.)

Anexo 8. Pauta Entrevista a proyectos de Transferencia Tecnológica

Pauta Entrevista a Proyectos de Transferencia Tecnológica

INFORMACIÓN PERSONAL

Nombre		E-Mail	
Cargo		Dpto. -Centro	

PROYECTO

- a) Nombre del proyecto:
- b) Descripción técnica:
- c) Estado de Desarrollo:
- d) Prueba de concepto () Prototipo () Pre-comercialización () Comercializado ()
- e) Meses de duración del proyecto (o que lleva en funcionamiento):
- f) Colaboradores históricos y evaluación de cada uno de estos :
 - a. Académicos
 - b. Profesionales
 - c. Estudiantes
- g) Financiamiento y evaluación de los instrumentos.
- h) ¿Tiene alguna relación con personas en la industria?

SISTEMA DE LA FCFM

- 1- ¿Existe un departamento/vicerrectoría/otro de I+D de la Universidad con el cual interactúen?
¿De qué manera? ¿Cómo evalúa su desempeño?
- 2- ¿Qué dificultades o barreras tiene FCFM al momento de Investigar/transferir/comercializar?
¿Estrategia de solución?
- 3- ¿Como catalogaría su experiencia en proyectos de transferencia de I+D a la industria o comercialización de tecnologías?

PERCEPCIÓN

- 4- ¿Siente que es bien visto la transferencia y comercialización de tecnología desde la Universidad entre los académicos? ¿Entre las autoridades universitarias?
- 5- ¿Cómo Explica que la U sea la universidad a nivel nacional con mayor actividad investigativa , sin embargo, no destaque en términos de transferencia ?

INCENTIVOS

- 6- ¿Qué tipo de Incentivos o metas cree que se podrían aplicar a los académicos para aumentar y/o mejorar la transferencia de I+D?
- 7- ¿Cuál fue su motivación para desarrollar el proyecto?

Anexo 9. Entrevistas con Expertos

Fecha	Nombre	Descripción
17-07-14	Marcelo Gonzales	Unidad de Negocios VID
19-08-14	Antonio Holgado	Ex director de Novos
22-08-14	Javier Ramírez	Director de Innovación Uchile
25-08-14	Edgardo Santibáñez	Gerente de proyectos I+D+i USACH
04-09-14	María José Bravo	Asesora División de innovación, Ministerio de Economía
25-09-2014	Roberto Corvalán	Director UNTEC
26-09-2014	Rodrigo Cortez	Gerente de Transferencia tecnologica, AMTC
02-10-2014	Valentina Hernández	Development Manager CMM
08-10-2014	Álvaro Olivera	Académico del DIQ y emprendedor
09-10-2014	Felipe Álvarez	Vicedecano FCFM
10-10-2014	Viviana Moya	Directora DIPE DII
15-10-2014	Paulina Caro	Jefa Unidad de Proyectos VID
15-10-2014	Fernando Venegas	Jefe Unidad Legal VID
15-10-2014	Varinka Farren	Jefa Unidad de Negocios VID
24-10-2014	Actividad organizada por la Contraloría General de la República	Taller “Problemas de aplicación de los mecanismos de transferencia tecnológica en el sistema universitario estatal”.
28-10-2014	Guillermo Jiménez	Director CE
05-11-2014	Jorge Bustamante	Consultor de Ematris, institución subcontratada por la VID para la formulación de proyectos a académicos de la Universidad de Chile

Anexo 10. Asistentes y grupos del taller inauguración del Programa Nueva Ingeniería para el 2030

Grupo	Nombre	Descripción
1	Alejandro Mass	Académico FCFM
1	Barbara Poblete	Académica FCFM
1	Javier Ramírez	Director de Innovación Uchile
1	Jorge Pérez	Académico FCFM
1	Mateo Budinich	Empresario
1	Matías Voguel	Emprendedor
1	Rodrigo Palma	Director SERC Chile
2	Francisco Brieve	Ex Decano FCFM
2	Humberto Palza	Académico FCFM
2	Javier Ruiz del Solar	Director AMTC
2	Marcos Díaz	Académico FCFM
2	Mauricio Morales	FCFM
2	Orlando Castillo	MSc. Innovación tecnológica
2	Rafael Epstein	Académico FCFM
3	Claudio Falcón	Académico FCFM
3	David Vargas	Emprendedor
3	Enrique Allue	Empresario
3	Leonardo Basso	Académico FCFM
3	Luis Cuezco	Emprendedor
3	Martin Reich	Académico FCFM
3	Patricio Aceituno	Decano FCFM
3	Pilar Marambio	Emprendedora
4	Felipe Álvarez	Vice Decano FCFM
4	Fernando Lund	Premio Nacional
4	Francisco Ortega	Académico FCFM
4	Nils Galdo	Venture Capital Manager
4	Ricardo Finger	Académico FCFM
4	Viviana Meruane	Académica FCFM
4	Willy Kratcht	Sub Director AMTC
5	Alejandro Jofré	Director CMM
5	Eduardo Sanhueza	Sub Director IDIEM
5	Fabián Rojas	Académico FCFM
5	Juan Cristóbal Zagal	Académico FCFM
5	Juan Velásquez	Académico FCFM
5	Roberto Moser	Emprendedor
5	Teodoro Wigodski	MSc. Administración, Derecho y economía

Anexo 11. Pauta de preguntas taller de Inauguración Nueva ingeniería para el 2030

1. Aspectos **negativos** que describan la actual estructura y participación al interior de la FCFM de todos los actores (Académicos, profesionales, Centros, etc.)
2. Aspectos **positivos** que describan la oportunidad de trabajar cooperativamente entre los actores o stakeholders al interior de la Universidad
3. Aspectos **negativos** que describan la relación y barreras entre las empresas y la Universidad
4. Aspectos **positivos** que describan la oportunidad de trabajar entre la empresa y la Universidad
5. ¿Deberían participar individualmente en la creación de empresas (Spin-Off) desde la Universidad los creadores del conocimiento, incluyendo alumnos y profesores? Pros y contras.
6. ¿Es la protección de la creación (patentes, licencias, etc.) un elemento esencial a la Universidad de acuerdo a las tendencias del mundo actual?
7. ¿Qué se entendería y qué no sería “Innovación y emprendimiento basados en Ciencia y Tecnología”?, que la FCFM le gustaría fomentar según la declaración editorial de Ingeniería 2030.

Anexo 12: Metodología de comercialización tecnológica de Vijay K. Jolly

Un proceso de comercialización de tecnología no puede ser lineal y se conforma de una serie de iteraciones, denominadas fases, que tienen como foco la resolución de problemas técnicos y de mercado. Adicionalmente, el modelo incorpora sub-fases, encargadas de crear el valor y las condiciones para que se pueda avanzar de fase. Esto se logra movilizando a los proveedores de recursos implicados en las etapas siguientes, convenciéndolos del potencial del proyecto.

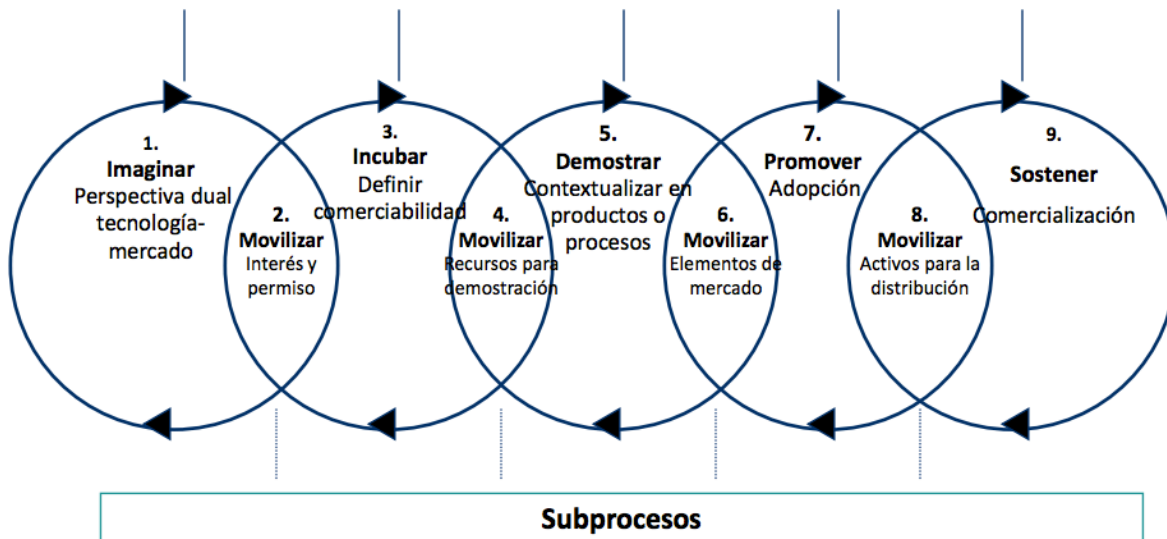


Figura 33: Representación grafica del modelo de Jolly (Fuente: Jolly, Vijay. From Mind To Market, 1997)

A continuación se detallan las distintas fases, identificando la etapa en la que se encuentra el proyecto, lo que se espera al final, los hitos que se deben lograr y los stakeholders relacionados con el proyecto.

Etapa del proyecto		Fase	Resultado esperado	Hitos	Stakeholders
Universidad	Investigación básica y aplicada	1. Imaginar	Tecnología única e innovadora enlazada a una necesidad de mercado	Pruebas técnicas, patentes, desarrollo experimental	Colegas, investigadores, colaboradores, medios de comunicación
	Prueba de concepto	2. Incubar	Definición de viabilidad técnica, potencial comercial y planificación futura de la idea	Plan de negocios y de comercialización	Proveedores de capital de riesgo, socios, potenciales usuarios
	Etapa inicial de desarrollo tecnológico	3. Demostrar	Incorporar la tecnología en un mercado atractivo	Lanzamiento de la versión comercial	Clientes potenciales, proveedores de tecnología complementaria, socios comerciales
Spin-off	Desarrollo del producto	4. Promover	Que el producto/proceso sea rápidamente aceptado por variados constituyentes del mercado	Capturar una participación de mercado rentable rápidamente	Consumidores, clientes finales, líderes de opinión
	Innovaciones incrementales	5. Sostener	Generar valor de largo plazo afianzando y expandiendo la tecnología	Retorno sobre inversión adecuado e infraestructura para comercializar	Gestión de la empresa, segmentos cambiantes de clientes, socios comerciales

Tabla 12: Resultados esperados de las distintas fases(Fuente: Jolly, Vijay. From Mind To Market, 1997)

Anexo 13: Evaluación económica de la propuesta

Anexo 13.1: Ingresos

Ingreso por fondo según estado tecnológico	
I+D aplicado	\$165.000.000
Prototipo	\$150.000.000
Pre-comercial	\$160.000.000

Tabla 13: (Fuente: Calculado en base al valor promedio de un fondo estatal según estado de tecnología).

Año	0	1	2	3	4
Ingresos Fondos concursables	\$367.000.000	\$431.000.000	\$495.000.000	\$542.500.000	\$590.000.000
Número de proyectos según estado tecnológico					
I+D aplicada	12	14	16	17	18
Prueba de concepto	7	8	9	10	11
Pre-comercialización	4	5	6	7	8

Tabla 14: Ingreso por apoyo a proyectos que utilizan fondos concursales estatales.

Año	0	1	2	3	4
Levantamiento de capital	\$8.450.000	\$15.000.000	\$23.100.000	\$32.750.000	\$43.950.000
Número de proyectos según estado tecnológico					
Prueba de concepto	7	8	9	10	11
Pre-comercialización	4	5	6	7	8

Tabla 15: Ingreso por levantamiento de capital para proyectos en etapas pre-comerciales.

Año	0	1	2	3	4
Nuevos Proyectos con la industria	0	\$76.829.268	\$65.853.659	\$43.902.439	\$131.707.317
Total en ingresos	\$9.000.000.000	\$10.536.585.366	\$11.853.658.537	\$12.731.707.317	\$15.365.853.659
Número de proyectos	205	240	270	290	350

Tabla 16: Ingreso por el desarrollo de nuevos proyectos con la industria.

Anexo 13.2: Costos

Año	0	1	2	3	4
Gerente	1	1	1	1	1
Gerente de área	4	4	4	4	4
Ingeniero de proyectos	6	6	6	6	6
Personal administrativo	4	4	5	6	6
Asistente legal	1	1	1	1	2
Costo total	\$432.000.000	\$432.000.000	\$441.600.000	\$451.200.000	\$463.200.000

Tabla 17: Numero de personas según cargo en la OPI.

	Aceleradora	Unidad de administración	Unidad de relación y vínculo con la industria	Unidad de gestión del conocimiento
Gerente de área	1	1	1	1
Ingeniero de proyectos	3	0	2	1
Personal administrativo	0	4	0	0
Asistente legal	0	2	0	0

Tabla 18: Numero de personas según área y cargo.

Cargo	Descripción	Experiencia mínima	Sueldo
Gerente	Experto en Gestión tecnológica	5 - 10 años	\$5.000.000
Gerente de área	Experto en Gestión tecnológica, emprendimiento de base tecnológica, gestión del conocimiento o administración según Gerencia.	3- 5 años	\$4.000.000
Ingeniero de proyectos	Ingeniero civil industrial o comercial especialista en marketing, TI, gestión. Según se requiera	0-2 años	\$1.800.000
Personal administrativo		0-2 años	\$800.000
Asistente legal	Abogado especialista en Propiedad Industrial	0-2 años	\$1.000.000

Tabla 19: Descripción de los cargos y perfiles requeridos para la operación de la Oficina de Proyectos con la Industria (Fuente: Estimación en base a los sueldos de las Universidades del Estado mediante Ley de transparencia).

Ítem	% de ingresos por servicios
Presupuesto de Marketing	20%
Gastos de Administración y ventas	5%
Arriendo e instalaciones de equipos	10%

Tabla 20: Costos de Funcionamiento de la OPI como porcentaje de su presupuesto.

Anexo 13.3: Impacto

Año	0	1	2	3	4
Ingresos	\$375.450.000	\$522.829.268	\$583.953.659	\$619.152.439	\$765.657.317
Postulación Fondos concursales	\$367.000.000	\$431.000.000	\$495.000.000	\$542.500.000	\$590.000.000
Levantamiento de capital proyectos emprendimiento	\$8.450.000	\$15.000.000	\$23.100.000	\$32.750.000	\$43.950.000
Nuevos proyectos con la industria	\$-	\$76.829.268	\$65.853.659	\$43.902.439	\$131.707.317
Costos	\$563.407.500	\$614.990.244	\$645.983.780	\$667.903.354	\$731.180.061
Recursos Humanos	\$432.000.000	\$432.000.000	\$441.600.000	\$451.200.000	\$463.200.000
Actividades de Marketing	\$75.090.000	\$104.565.854	\$116.790.732	\$123.830.488	\$153.131.463
Gastos de administración y ventas	\$18.772.500	\$26.141.463	\$29.197.683	\$30.957.622	\$38.282.866
Arriendo de instalaciones y equipos	\$37.545.000	\$52.282.927	\$58.395.366	\$61.915.244	\$76.565.732
Total	\$-187.957.500	\$-92.160.976	\$-62.030.122	\$-48.750.915	\$34.477.256
Factor de descuento	12%				
VA	\$-187.957.500	\$-82.286.585	\$-49.450.033	\$-34.699.938	\$21.910.920
VAN	\$-332.483.137				

Tabla 21: Calculo del VAN de la Oficina de Proyectos con la Industria en un horizonte de cuatro años

Año	0	1	2	3	4
Subsidio Ingeniería 2030	\$187.957.500	\$92.160.976	\$62.030.122	\$48.750.915	\$-34.477.256

Tabla 22: Subsidio requerido para financiar la OPI.