

## Sistema de conocimiento en clústers de alta tecnología: el caso de Bariloche

---

Tesis de Maestría en Economía - UTDT

Paulo Daniel Pascuini  
(Legajo 12Q614)

Tutores: Andrés López y Viktoriya Semeshenko

31 de Julio de 2020

### Contenido

1.	Introducción .....	2
2.	El clúster y las hipótesis de investigación.....	3
3.	Metodología.....	7
4.1	Identificación de la población objetivo y recolección de datos .....	8
4.2	Capacidad de absorción .....	8
4.2.1	Recursos humanos .....	10
4.2.2	Actividades de capacitación .....	10
4.2.3	Intensidad de innovación .....	11
4.2.4	Actividades de I+D .....	11
4.3	Transferencia de conocimiento intra-clúster.....	12
4.4	Fuentes de conocimiento extra-clúster .....	14
4.5	Indicadores de patrones de comunicación interna (IPCI) y comunidades.....	15
4.6	Estrategias de testeo de las hipótesis.....	18
4.	Resultados.....	19
4.1	Capacidad de absorción y áreas de alta tecnología .....	19
4.2	Capacidad de absorción y conocimiento extra-clúster .....	21
4.3	Capacidad de absorción y posiciones cognitivas intra-clúster .....	24
4.4	Comunidades intra-clúster y estructura del sistema de conocimiento .....	28
4.5	Caracterización de los roles de las firmas en el sistema de conocimiento .....	30
5.	Conclusiones .....	33
6.	Bibliografía .....	36
7.	Anexos.....	38
7.1	Anexo A: Cuestionario estructurado para las entrevistas a firmas del clúster .....	38
7.2	Anexo B: Apertura externa y experimentación conjunta.....	42

## 1. Introducción

Las capacidades tecnológicas que han permitido a la Argentina alcanzar hitos relevantes en áreas de alta tecnología no son exclusivas de las instituciones referentes en estas áreas. Dichas instituciones forman parte de ecosistemas donde el conocimiento fluye desde el exterior, pero también en su interior, en las interacciones con otros actores que poseen diferentes competencias y ocupan distintos roles en los sistemas de conocimiento de esos ecosistemas. De hecho, hay firmas con capacidades que son requeridas por distintas áreas tecnológicas, y por tanto realizan actividades vinculadas a más de un área. En ocasiones algunos de los actores de estos ecosistemas comparten también la proximidad geográfica y cognitiva, conformando lo que la literatura ha identificado como clústers. Este trabajo pretende estudiar el caso particular del clúster de alta tecnología de la ciudad de San Carlos de Bariloche, caracterizando su sistema de conocimiento.

En el clúster se realizan actividades vinculadas a las áreas nuclear, radar y aeroespacial, que son de las pocas de alta tecnología presentes en la estructura productiva argentina, en las cuales de hecho se han desarrollado capacidades propias que le han brindado reconocimiento internacional al país. En el área nuclear la Argentina pertenece al pequeño grupo de países que domina las etapas claves de su ciclo tecnológico, algo reflejado no sólo en la exportación de reactores experimentales, de investigación, de producción de radioisótopos de uso medicinal y sus servicios asociados (a por ejemplo Australia, Egipto, Argelia, Perú y Holanda), sino también en la activa participación de actores locales en las centrales nucleares de potencia instaladas en el país (e.g. Atucha I, Atucha II y Embalse). Adicionalmente, en el plano internacional, la Argentina forma parte del Grupo de Suministradores Nucleares, conformado por los países más avanzados en el terreno nuclear, e incluso el actual Director General de la Agencia Internacional de Energía Atómica de la ONU se ha capacitado en la firma argentina INVAP S.E.

En el área de radares, en el país se han producido, instalado y puesto en funcionamiento más de 100 radares, entre los que se encuentra un RSMA-S de última generación que alcanza el desempeño requerido por Eurocontrol para estaciones modo S y está diseñado para operar bajo condiciones climáticas adversas. Bajo el proyecto SINARAME varias instituciones locales han contribuido en el despliegue de una red nacional de radares meteorológicos. En vinculación con el área aeroespacial, la tecnología local ha permitido desarrollar, fabricar e integrar los radares de apertura sintética SAR para funcionar como *payload* de los satélites SAOCOM, uno lanzado en 2018 y otro a lanzarse en el transcurso del 2020. El desarrollo de estos satélites de observación radar con microondas en banda L conforman un hito que solo Japón había alcanzado hasta el momento. Finalmente, en el área aeroespacial se han puesto en órbita otros 6 satélites desarrollados en la Argentina, 4 de ellos en colaboración con la NASA y 2 de ellos satélites geoestacionarios de telecomunicaciones. Esto último colocó a la Argentina en el reducido grupo de 8 actores<sup>1</sup> que han desarrollado satélites de este tipo.

Aunque los actores que realizan actividades vinculadas a estas tres áreas se localizan en diferentes lugares del territorio argentino, existe una aglomeración de firmas de base tecnológica ubicada en la ciudad de San Carlos de Bariloche, la cual se encuentra en el suroeste de la provincia argentina de Río Negro, en la orilla del lago Nahuel Huapi, y al lado de la cordillera de los Andes. Esta ciudad se identifica como uno de los centros científico-tecnológicos más importantes del país. Esto se debe a la presencia de instituciones y empresas líderes como el Centro Atómico Bariloche (CAB),

---

<sup>1</sup> Argentina, China, Estados Unidos, India, Israel, Japón, Rusia, y la Unión Europea. Se espera que este grupo de actores se amplíe próximamente, en la medida que otros actores avanzan en la curva de aprendizaje tecnológico. Por ejemplo, se proyecta que Turquía lance en 2022 su satélite GEO Türksat-6A construido localmente.

dependiente de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA), el Instituto Balseiro (IB), firmas estatales como ALTEC S.E. e INVAP S.E., y una sólida red de firmas privadas de base tecnológica.

Los orígenes de este valioso ecosistema tecnológico se remontan al fin de la Segunda Guerra Mundial, que trajo una importante corriente inmigratoria de científicos alemanes. Entre ellos se encontraba Ronald Richter, quien presentó al presidente Perón una propuesta para fabricar un reactor nuclear, cuyo desarrollo comenzó primero en Córdoba y luego en la isla Huemul (en el lago Nahuel Huapi). En mayo de 1950 se creó la CNEA, con el objetivo de darle un marco administrativo al proyecto, denominado Proyecto Huemul (López Dávalos & Badino, 1994). Luego se demostró, gracias al informe de una comisión integrada por el físico José Antonio Balseiro, que el proyecto carecía de fundamento científico y fue cancelado. La CNEA decidió aprovechar las instalaciones e investigaciones ya comenzadas para continuar desarrollando la física nuclear, para lo cual fundó, junto a la Universidad de Cuyo, el Instituto de Física de San Carlos de Bariloche, donde Balseiro se desempeñaría como director (López Dávalos & Badino, 1994). Más tarde este instituto se convertiría en el IB. Egresados del mismo fundarían en 1972 la firma Investigaciones Aplicadas, que hoy, con el nombre de INVAP, se destaca en las áreas de alta tecnología ya mencionadas. Este contexto hace de Bariloche un polo que atrae profesionales en estas áreas desde universidades de todo el país, quienes dirigen o trabajan en una serie de *spin-offs* de base tecnológica, relacionados con el área nuclear, aeroespacial y de radares, que surgen de las instituciones y firmas mencionadas.

Varios trabajos se han enfocado en la acumulación de capacidades y en el alcance de hitos en estas diferentes áreas tecnológicas de manera individual. En menor medida, algunos trabajos arrojan luz sobre las capacidades que vinculan a estas áreas, y fundamentalmente las investigaciones se han concentrado en los actores referentes en cada una de ellas. Este trabajo pretende contribuir a un espacio no atendido por la literatura al estudiar el sistema de conocimiento de un ecosistema de firmas con proximidad geográfica que realizan actividades en áreas de alta tecnología vinculadas por sus requerimientos compartidos, en lugar de estudiar firmas en una sola de estas áreas.

Con este propósito, se ha identificado y encuestado *in situ* a un conjunto de firmas que conforma lo que se denominará Clúster de Firmas de Alta Tecnología de Bariloche. Utilizando encuestas, y herramientas estadísticas y de teoría de grafos, en el espíritu de Giuliani y Bell (2005), se ha caracterizado el sistema de conocimiento del clúster. A partir de la información primaria recolectada se han propuesto métricas para identificar: (i) la capacidad de absorción relativa de las diferentes firmas; y (ii) la vinculación de conocimiento al interior del clúster pero también con el exterior del mismo.

El objetivo general de este trabajo es caracterizar al sistema de conocimiento del clúster de Bariloche a partir de información sobre stocks, esfuerzos y transferencia de conocimiento de las firmas que forman parte del clúster. La estrategia para alcanzar este objetivo general será el testeo de una serie de hipótesis de investigación que acompañan al marco teórico de este trabajo en la sección 2. En la sección 4 se presentan los resultados de los análisis realizados a partir de la aplicación de la metodología desarrollada en la sección 3 (que se complementa con los Anexos A y B al final del trabajo). Finalmente, en la sección 5 se presentan las principales conclusiones del trabajo.

## **2. El clúster y las hipótesis de investigación**

Si desean aproximarse a la frontera tecnológica, las firmas o países tecnológicamente rezagados necesitan desarrollar capacidades de absorción similares a las necesarias para crear nueva tecnología (Dahlman & Nelson, 1995). Estas capacidades de absorción están determinadas por el

nivel de actividad en I+D, la disponibilidad de recursos humanos calificados y la existencia de vínculos entre los diferentes actores del sistema nacional de innovación (Lundvall, 1992). Muchos estudios han remarcado la importancia de los derrames de conocimiento en la innovación, debido en parte a que las firmas en clústers industriales<sup>2</sup> se benefician de la disponibilidad de mano de obra calificada, y a que debido a la proximidad geográfica y social, las nuevas ideas circulan fácilmente entre las firmas promoviendo procesos de innovación de manera incremental y colectiva (Giuliani & Bell, 2005). La habilidad de las firmas para identificar, asimilar y explotar el conocimiento del entorno ha sido denominada capacidad de absorción (Cohen & Levinthal, 1989), un concepto que se ha ampliado marginalmente en diferentes trabajos (Cohen & Levinthal, 1990; 1994). Los elementos componentes de la capacidad de absorción también han sido debatidos en la literatura (Kim, 1999), y aunque se proponen varias medidas diferentes de capacidad de absorción, ninguna es superior al resto en todas las circunstancias (Escribano et al., 2009).

Poca, o más bien nula, atención le ha prestado la literatura a las capacidades de absorción en el ecosistema de firmas que en Bariloche trabaja en áreas de alta tecnología. Un poco más de atención ha sido puesto en las capacidades tecnológicas compartidas en los sectores productivos que trabajan en las áreas nuclear, radar y aeroespacial. Seijo y Cantero (2012), y López et al. (2018), a partir de estudiar las capacidades tecnológicas de INVAP, listan una cantidad de conocimientos y capacidades que tras su aplicación en el área nuclear se han transferido, adaptado y posteriormente mejorado para su aplicación en el área aeroespacial. Los autores incluyen electrónica (diseños de circuitos electrónicos, producción y testeo), sistemas de monitores y control, análisis estructural de objetos físicos (e.g. resistencia a la vibración), análisis térmico y químico, garantía de calidad, desarrollo de software y mecanizado especial de componentes de alta complejidad. A estas capacidades se les suma la habilidad para pronosticar los efectos de la radiación, ya que así como es necesario estimar los daños potenciales causados por la radiación nuclear en los componentes de un reactor, también lo es pronosticar los daños potenciales causados por la radiación cósmica en los componentes de un satélite. En el área de radar, Quiroga y Aguiar (2016) explican que si bien para construir radares INVAP contrató ingenieros especializados en radio frecuencias, sistemas de detección y comunicaciones y procesamiento de señales; la generación previa de instrumentos de radares, específicamente los desarrollos de los componentes del SAR para el satélite SAOCOM (e.g. el generador de señales y sincronismos y el módulo transmisor/receptor), sirvieron para adquirir conocimientos que posteriormente agilizaron la fabricación, por ejemplo, de radares secundarios.

Como se ha revisado, aunque no se han centrado en este aspecto, algunos trabajos han estudiado las competencias tecnológicas que comparten las diferentes áreas de tecnología, y para el caso de INVAP se ha mostrado una sucesión en el dominio de las áreas iniciando en la nuclear, para luego pasar a la aeroespacial y finalmente a la radar. Sin embargo, se desconoce si hay alguna relación entre las capacidades tecnológicas específicas de estas áreas y las capacidad de absorción de las firmas. De hecho, más en general, se desconoce si hay una relación entre las áreas tecnológicas en las que se desempeñan las firmas y la capacidad de absorción de las firmas, lo cual da lugar a la primera hipótesis de investigación orientada a caracterizar al sistema de conocimiento del clúster.

Hipótesis 1: firmas con diferentes niveles de capacidad de absorción se desempeñarán en diferentes áreas de alta tecnología.

De hecho, como se verá en el trabajo, las firmas participan en una, en dos o incluso en tres áreas como es el caso de INVAP. No obstante, mientras que mayor capacidad de absorción podría estar

---

<sup>2</sup> A los fines del presente trabajo no será necesario realizar distinciones respecto de sistemas productivos localizados, distritos industriales, distritos tecnológicos, etc., y por clúster industriales se entenderá a una aglomeración geográfica de actividades económicas que operan en el mismo sector o en sectores interconectados.

asociada a, por ejemplo, capacidades tecnológicas requeridas para la adaptación al trabajo en proyectos de distintas áreas, también podría estar asociada a capacidades tecnológicas que requieren de un stock de conocimiento muy específico que lleva a las firmas a especializarse solamente en un área de alta tecnología. Eso lleva a dividir la hipótesis en dos partes, la primera orientada a la cantidad y la segunda orientada al área en particular.

- Hipótesis 1.a: es más probable que firmas que operan en mayor cantidad de áreas de alta tecnología posean mayor capacidad de absorción.
- Hipótesis 1.b: es probable que en las diferentes áreas de alta tecnología operen firmas con diferentes niveles de capacidad de absorción.

Yendo a la literatura que ha estudiado la experiencia argentina en estas áreas tecnológicas, existe una variedad de trabajos que además de enfocarse en una u otra área de forma separada, no ponen foco en el rol de la capacidad de absorción en los respectivos sistemas de conocimiento. En el área nuclear los trabajos han abarcado temas como la política tecnológica del sector (Hurtado, 2012), el desarrollo de proveedores y la transferencia de tecnología entre los diferentes actores que componen el sistema (Quilici, 2008), o las características del sector que posibilitaron su continuidad en distintos contextos de política sectorial (García et al., 2007). En el área radar los estudios se han enfocado en las políticas de radarización en la Argentina (Quiroga & Aguiar, 2016), el rol de la vinculación entre INVAP y la fuerza aérea para el desarrollo de radares (Quiroga, 2019), o las capacidades dinámicas de INVAP para la diversificación de productos que permitió incorporar la producción de radares (Quiroga, en prensa). En el área aeroespacial se ha producido una variedad de trabajos que atraviesan temas como los hitos tecnológicos alcanzados por la Argentina (López et al., 2018), su trayectoria a nivel local (Blinder, 2016), su rol geopolítico (Blinder & Hurtado, 2019), las oportunidades abiertas en el sector de servicios satelitales de telecomunicaciones (Terrera, 2017), y cómo se estructura la cadena de valor de la economía del espacio en la Argentina (López et al., 2017).

Estos trabajos están enfocados o bien en un área tecnológica particular (en algunos casos tratan las capacidades compartidas con otra área), en su cadena de valor a nivel nacional, o bien en un actor particular como INVAP<sup>3</sup>. Aunque ya han pasado más de 15 años del mismo, una referencia ineludible es el trabajo de Lugones y Lugones (2004), quienes analizan las características generales de las empresas intensivas en conocimiento localizadas en Bariloche y su impacto en la economía de la ciudad. Los autores identifican que este tipo de actores tuvieron o tienen al menos un vínculo con otros agentes o instituciones que componen el sistema de innovación regional o nacional, y hacen hincapié en la relevancia que toman los actores públicos en la trama asociativa de las empresas a nivel local, mientras que a nivel nacional estos vínculos son más bien relaciones de negocios entre clientes y proveedores. Vale remarcar que en el análisis de los autores algunas de las relaciones son cognitivas, que es lo que compete al objetivo general de este trabajo, mientras que otras son productivas o comerciales.

Tal como señalan Lugones y Lugones (2004), las firmas de base tecnológica de Bariloche poseen vínculos con el exterior, y la coexistencia de estos *pipelines* (como ha llamado la literatura) con el intercambio local beneficia fuertemente a las firmas del clúster (Bathelt et al., 2004). Volviendo a la capacidad de absorción y puntualmente sobre los vínculos con fuentes externas de conocimiento, es de esperar que no todas las firmas se vinculen con el exterior con la misma intensidad, lo que lleva a la siguiente hipótesis de investigación sobre la asociación entre la capacidad de absorción de las firmas y los vínculos que establecen con fuentes externas de conocimiento.

---

<sup>3</sup> Ver también Grobocopatel (2016).

Hipótesis 2: es más probable que firmas con mayor capacidad de absorción establezcan mayores vínculos de conocimiento entrantes con fuentes extra-clúster.

Aunque no es el objetivo principal de su trabajo caracterizar las interacciones, García et al. (2007) identifican en el sector nuclear argentino interacciones de producción, transferencia y apropiación de conocimientos jerárquicas entre los distintos actores y la CNEA, que es entendida como el actor central ubicado en el núcleo de la trama productiva que organiza estos vínculos, mientras que las interacciones entre los actores más periféricos se vuelven más horizontales. Aunque este trabajo es sobre el sector nuclear a nivel nacional y con un fuerte foco sobre las relaciones productivas, incluso en el clúster es esperable que las diferentes firmas ocupen distintos lugares en la transferencia de conocimiento, y en línea con las hipótesis anteriores, la siguiente plantea que estas posiciones dentro del sistema de conocimiento están asociadas con la capacidad de absorción de las firmas.

Hipótesis 3: firmas con diferente capacidad de absorción probablemente establezcan distintos tipos de vinculación de conocimiento.

A su vez, esta hipótesis se dividirá en tres. En primer lugar, a diferencia de Lugones y Lugones (2004), que ponían un peso importante al rol de los actores públicos en la trama asociativa de las firmas, aquí, donde vale remarcar que no se le dará atención al carácter público o privado y se recuerda que se observa solo la vinculación cognitiva, se buscará una asociación entre la capacidad de absorción de las firmas y el nivel de vinculación entre ellas.

- Hipótesis 3.a: es más probable que firmas con mayor conectividad posean mayor capacidad de absorción.

Por su parte, la mayoría de los trabajos ya sea sobre Bariloche, sobre cualquiera de las áreas tecnológicas, o incluso la secuencia con la cual se ha presentado resumidamente la acumulación de capacidades en la introducción del presente trabajo, tienen a INVAP como actor central del ecosistema. Entonces, resulta ineludible plantear el interrogante de si las métricas utilizadas para analizar el sistema de conocimiento en este trabajo lograrán identificar un actor central como INVAP de la misma forma que lo ha hecho la literatura con otros enfoques metodológicos en otras dimensiones (e.g. productiva, tecnológica).

- Hipótesis 3.b: la firma con mayor capacidad de absorción es la que verifica los mayores niveles de vinculación de conocimiento.

Siguiendo a Giuliani y Bell (2005), el siguiente interrogante busca constatar si más allá de la asociación entre capacidad de absorción y vinculación (Hipótesis 3.a), la capacidad de absorción puede asociarse con los resultados netos de vinculación de las firmas del clúster.

- Hipótesis 3.c: es más probable que firmas que poseen diferentes niveles de capacidad de absorción establezcan diferentes tipos de posiciones cognitivas dentro del sistema de conocimiento del clúster.

Por último, en el espíritu de la identificación de núcleos y periferias que ha planteado la literatura citada a partir del modelo de tramas productivas (Bisang et al., 2005; Yoguel, 2002), aquí se utilizará una metodología de identificación en el sistema de conocimiento a partir de la utilización de algoritmos aplicados a grafos. Esta metodología permitirá distinguir subgrupos cognitivos conformados por firmas que intercambian conocimiento, señalando los patrones que estructuran al sistema de conocimiento del clúster.

Hipótesis 4: la estructura del sistema de conocimiento intra-clúster reflejará la existencia de distintos subgrupos cognitivos.

### 3. Metodología

A finales del 2008 se crea en la ciudad de San Carlos de Bariloche la Asociación de Empresas del Clúster Tecnológico Bariloche, conocida como "Clúster Tecnológico de Bariloche"<sup>4</sup>. Esta entidad sin fines de lucro agrupa a distintas firmas de base tecnológica cuyas actividades en la ciudad se enmarcan en el desarrollo y provisión de bienes y servicios vinculados a áreas como la aeroespacial, nuclear, biotecnología, software, energía eólica, robótica, radares, y monitoreo ambiental, entre otras. De aquí en más se hará referencia a este arreglo institucional como "clúster institucional". Independientemente de cómo se conforme efectivamente el clúster institucional, la población bajo análisis en el presente trabajo serán las firmas de alta tecnología de San Carlos de Bariloche. Para ello, se propone una caracterización más restrictiva orientada a la identificación de firmas activas que realicen en la ciudad actividades de base tecnológica vinculadas a estas áreas. De aquí en más se referirá a este segundo conjunto de firmas como el "clúster".

**Definición 1.** Clúster de Firmas de Alta Tecnología de Bariloche (Clúster): *conjunto de firmas, activas en julio de 2018, que realiza en la ciudad de San Carlos de Bariloche actividades de base tecnológica asociadas a una o más de las áreas aeroespacial, nuclear y radar.*

Las relaciones entre los distintos actores del clúster que se tendrán en cuenta en este trabajo serán exclusivamente las asociadas a la transferencia de conocimiento, lo que implica más que la mera transferencia de información cuyo acceso pudiera ser alcanzado a través de otros canales (como servicios de consultoría comercializables o mediante acceso a internet). Aquí el interés será investigar si los stocks locales de conocimiento complejo, más allá de ser accesibles, son eventualmente absorbidos por las firmas del clúster. También nos preguntaremos sobre la absorción de conocimiento complejo proveniente desde fuera del clúster. A continuación se da una definición a la transferencia de conocimiento en este trabajo.

**Definición 2.** Transferencia de conocimiento: *es la respuesta satisfactoria (según el receptor) a una consulta sobre un problema complejo que la firma busca resolver y por la cual no se realiza un pago.*

Es decir que estas respuestas no se encuentran enmarcadas dentro de un servicio de consultoría. A partir de esta definición podremos definir a los vínculos de conocimiento y a los flujos de conocimiento de la siguiente manera.

**Definiciones 3.** Vínculo, vínculo entrante, y vínculo saliente:

i. *se llamará vínculo a la existencia de transferencia de conocimiento entre dos nodos u actores (genéricamente  $i$  y  $j$ , con  $i \neq j$ ). Entonces, si existe transferencia de conocimiento entre los nodos  $i$  y  $j$ , existe un vínculo entre  $i$  y  $j$ ;*

ii. *se llamará vínculo entrante del nodo  $i$  a la existencia de transferencia de conocimiento desde un nodo  $j$  hacia un nodo  $i$  (con  $i \neq j$ ); y*

iii. *se llamará vínculo saliente del nodo  $i$  a la existencia de transferencia de conocimiento desde el nodo  $i$  hacia otro nodo  $j$  (con  $i \neq j$ ).*

**Definiciones 4.** Flujo entrante y flujo saliente:

i. *un flujo entrante al nodo  $i$  será la valoración que  $i$  le da al vínculo entrante desde un nodo  $j$  en particular.*

---

<sup>4</sup> <http://clusterbariloche.com.ar/>

ii. un flujo saliente del nodo  $i$  será la valoración que un nodo particular  $j$  le da al vínculo entrante desde el nodo  $i$ .

#### **4.1 Identificación de la población objetivo y recolección de datos**

En primera instancia se requirió identificar a las firmas pertenecientes al clúster. Con dicho fin se solicitó al clúster institucional el listado de todas las firmas de base tecnológica de la ciudad de San Carlos de Bariloche, al mismo se agregaron firmas a partir de información recogida en entrevistas con referentes del ecosistema y con el Secretario de Ciencia, Tecnología y Desarrollo para la Producción de la Provincia de Río Negro, quien adicionalmente aportó datos de contacto sobre las 41 firmas que conformaron el listado preliminar. Luego se estableció contacto con cada una de ellas y se les realizaron las siguientes tres preguntas:

- i. ¿Alguna actividad de su firma está vinculada a al menos una de las siguientes áreas: Radar, Nuclear, Aeroespacial?
- ii. ¿Su firma se encuentra actualmente activa y desarrolla actividades en Bariloche o alrededores vinculadas a estas áreas?
- ii. ¿Qué bienes o servicios produce en relación a estas áreas?

Luego de contactar a cada una de las firmas y recopilar la información relevante a través de las preguntas previas, se procedió a aplicar la definición del clúster (ver Definición 1), identificando cuáles de las 41 firmas respondieron afirmativamente a las primeras dos preguntas. El resultado fue que 19 de las 41 firmas respondieron afirmativamente las primeras dos preguntas, lo cual permitió identificarlas *a priori* como pertenecientes al clúster. La tercera pregunta se utilizó para confirmar que las actividades fueran de base tecnológica, y ninguna de las 19 firmas tuvo que ser eliminada de la muestra debido a la respuesta a esta pregunta.

Con el clúster ya identificado, se procedió a recolectar información primaria mediante entrevistas basadas en un cuestionario estructurado (ver Anexo A). Estas entrevistas se realizaron con personal jerárquico del área técnica de cada una de las firmas del clúster a quienes se les informó que sus respuestas iban a ser anonimizadas.

Además de los antecedentes generales y la información contextual, siguiendo a Giuliani y Bell (2005), las entrevistas recabaron información que permitiera el desarrollo de indicadores cuantitativos en tres ámbitos clave:

- i. Capacidad de absorción a nivel firma.
- ii. Patrones de comunicación del conocimiento dentro del clúster.
- iii. Obtención de conocimiento desde fuentes extra-clúster.

La metodología de recopilación de información en cada una de estas tres ámbitos se encuentra desarrollada en las siguientes sub-secciones (4.2 a 4.4), el cuestionario estructurado ya mencionado se encuentra en el Anexo A, y la metodología utilizada para la operacionalización de los indicadores clave se desarrolla en el subsección 4.5.

#### **4.2 Capacidad de absorción**

En este trabajo la capacidad de absorción será central, y se definirá siguiendo a Cohen y Levinthal (1989) como la habilidad de la firma para identificar, asimilar y explotar el conocimiento del

entorno<sup>5</sup>. Por su parte, la capacidad de absorción tiene dos elementos importantes: la base de conocimiento existente y la intensidad de los esfuerzos realizados para el desarrollo de capacidades tecnológicas (Kim, 1999). Aunque la literatura propone varias medidas diferentes de capacidad de absorción, ninguna es superior al resto en todas las circunstancias (Escribano et al., 2009), y en muchos casos las medidas que se pretendan implementar estarán limitadas por la disponibilidad o factibilidad de conseguir los datos. Aquí es necesario aclarar por qué no se utilizaron dos de las variables que habitualmente se utilizan como medidas de la capacidad de absorción, a saber: (i) el gasto en I+D; y (ii) la experiencia de los empleados en la misma industria o en otras similares<sup>6</sup>. En primer lugar los registros del gasto en I+D de las firmas no necesariamente serán revelados por estas, y en segundo lugar, en los casos en los que proporcionaran esta información, los conceptos incluidos dentro del gasto en I+D no necesariamente serán los mismos para todas las firmas. En cuanto a la experiencia, no se pudo registrar la información de experiencia previa en la misma industria o similares a nivel empleado en particular para el caso de una de las firmas del clúster con más de 1.000 empleados. Aclaradas las limitaciones, se procede a resumir las dimensiones de la capacidad de absorción que se instrumentaron a través de cuatro variables que serán desarrolladas en las sub-sub-secciones 4.2.1 a 4.2.4.

La primera dimensión será el nivel de recursos humanos de las firmas. A partir de información recolectada sobre los empleados técnicamente calificados de cada firma y su nivel educativo, se tendrá una medida de la base de conocimiento de cada firma. Esta primera dimensión constitutiva de la capacidad de absorción se instrumentará con la variable CA1. La segunda dimensión serán las actividades de capacitación, las cuales representan los esfuerzos internos de las firmas para crear y adquirir conocimientos, que a su vez serán incorporados a partir de la variable CA2. La tercera dimensión será la de intensidad de innovación. Aquí, en lugar de restringirlo a los empleados que trabajan en I+D como es habitual, se incorporará a los empleados dedicados a tareas vinculadas a desarrollar mejoras o innovaciones a ser empleadas por la firma. Esta dimensión se instrumentará con la variable CA3. Finalmente, la última dimensión será la asociada a la intensidad y naturaleza en innovación, y representa el grado en que una firma ha participado en actividades de I+D en los dos últimos años, ya sea de manera individual, conjunta o con Universidades y/o centros de I+D. esta dimensión se instrumentará con la variable CA41.

En consecuencia, las entrevistas estructuradas buscaron información detallada sobre cuatro dimensiones vinculadas a la capacidad de absorción de conocimiento de las firmas que se operacionalizaron en cuatro variables (ver en la Tabla 1 a continuación).

**Tabla 1. Variables sobre capacidad de absorción y sus dimensiones**

<b>Variable</b>	<b>Dimensión</b>
CA1	Cantidad de personal técnicamente calificado y su nivel de educación.
CA2	Realización de actividades de capacitación en el país y en el extranjero.
CA3	Intensidad de innovación a partir de la porción de empleados dedicados a innovar.
CA41	Intensidad y naturaleza de las actividades de I+D.

La información contenida en estas cuatro variables se transformará en una nueva variable que llamaremos CA a través del Análisis de Componentes Principales, con el objetivo de comprimir la dimensión de los datos a la vez que se preserve la información importante. En las cuatro

<sup>5</sup> Dados los fines del presente trabajo no afectará tener en cuenta los elementos que los autores agregaron en artículos posteriores; como ser la capacidad de utilizar comercialmente este conocimiento (Cohen & Levinthal, 1990) o de predecir con mayor precisión la naturaleza de los futuros avances tecnológicos (Cohen & Levinthal, 1994).

<sup>6</sup> Ver por ejemplo Hayton y Zahra (2005), o Giuliani y Bell (2005).

subsecciones a continuación se describe la metodología utilizada para obtener cada una de las cuatro variables listadas en la Tabla 1.

#### 4.2.1 Recursos humanos

Esta variable representa el entorno cognitivo de los trabajadores calificados de cada firma en cuanto a su grado de educación. Al igual que en Cloghirou et al. (2004), Giuliani y Bell (2005) o Lund Vinding (2006), se entiende que empleados de mayor calificación contribuyen en mayor medida a la capacidad de absorción de la firma. Un argumento en favor de que los trabajadores más calificados contribuyen a la capacidad de absorción es que estos son los que principalmente participan en el intercambio de *know how* debido a que poseen un mayor nivel de conocimiento (Carter, 1989)<sup>7</sup>. De acuerdo a las entrevistas preliminares, los empleados de mayor calificación en las firmas del clúster son aquellos que poseen un título de grado, una maestría y un doctorado, a lo que llamaremos un empleado típico de “formación completa”. Otras variables constantes, cuanto mayor sea el nivel de educación de un trabajador<sup>8</sup> mayor será su contribución a la capacidad de absorción de la firma, entonces teniendo en cuenta:

- una duración promedio de las carreras de grado del IB de 5 años<sup>9</sup>,
- de las maestrías del IB de 2 años, y
- de las becas doctorales de CONICET de 5 años,

se asigna un peso distinto a cada trabajador técnico calificado de acuerdo con el grado alcanzado teniendo como referencia la duración en la “formación completa” de 12 años de un trabajador. El objetivo es tener como referencia la formación del empleado de mayor calificación “típico” en el entorno estudiado y cuál es la duración de esa formación en la institución de educación superior de referencia en San Carlos de Bariloche (i.e. Instituto Balseiro) para las carreras afines a los sectores de alta tecnología estudiados. Estos pesos relativos se han instrumentado como ponderadores lineales de la variable CA1.

En consecuencia, se aplicó un peso de 0,42 al número de empleados técnicos de la firma que posean al menos un título de grado. En éstos se incluyen, a su vez, a aquellos que poseen niveles más altos de formación académica (i.e. posgrado o doctorado). En aquellos casos en los que el nivel formación es superior a la universitaria, se agrega un peso adicional de 0,16 veces el número de empleados con posgrado y 0,42 para aquellos que tienen un doctorado<sup>10</sup>.

$$CA1 = 0,42 \times \text{grado} + 0,16 \times \text{posgrado} + 0,42 \times \text{doctorado} \quad (1)$$

Solo se tienen en cuenta los grados y los niveles superiores de especialización en los campos técnicos y científicos relacionados con las actividades de alta tecnología (e.g. ingeniería, física, matemática, química, informática, etc.).

#### 4.2.2 Actividades de capacitación

Si bien en la literatura tradicionalmente se ha utilizado el gasto en capacitación para los empleados dedicados a I+D (ver, por ejemplo, Mowery y Oxley (1995), Keller (1996)), esta información

<sup>7</sup> Aunque la experiencia también contribuye en el mismo sentido, como se adelantó no fue posible operacionalizarla.

<sup>8</sup> Existen muchos canales por los cuales los empleados de mayor calificación a la capacidades de absorción de las firmas, ver una revisión de la literatura al respecto en Lund Vinding (2006).

<sup>9</sup> El IB posee 4 carreras de grado, dos de las cuales duran 3 años, una 2 años y medio, y otra 3 años y medio. Adicionalmente el ingreso a estas carreras requiere tener previamente aprobado un conjunto de materias de nivel universitario típicamente correspondientes a los dos primeros años de carreras afines.

<sup>10</sup> Estos coeficientes difieren de los utilizados en Giuliani y Bell (2005), quienes asignan pesos de 0,8 al título de grado, 0,05 al de maestría y 0,15 al de doctorado.

difícilmente será informada por las firmas, y aun en el caso en el que lo informaran, las capacitaciones consideradas por las empresas estarían restringidas a la I+D y posiblemente de manera diferente entre las distintas empresas. Por lo tanto, la propuesta aquí consistió en utilizar información relevante sobre actividades de capacitación realizadas por los empleados, no solo restringiéndolas a aquellas de I+D sino ampliando la concepción de estas actividades a aquellas que hayan permitido introducir mejoras e innovaciones en la firma. A partir de las actividades de capacitación se aumenta el grupo de individuos en condiciones de descubrir y resolver los problemas que surgen en las rutinas de producción en la firma (Bittencourt & Giglio, 2013). En función de ello, se propone la siguiente definición:

**Definición 5.** Capacitación para introducir innovaciones: *será considerada una actividad de innovación siempre y cuando no signifique capacitar a nuevos trabajadores en métodos, procesos o técnicas ya existentes en la firma. Esta puede ser capacitación interna o externa del personal*<sup>11</sup>.

En este caso, las actividades de capacitación orientadas a introducir mejoras o innovaciones en la firma se resumen para cada firma en la variable CA2, la cual puede tomar valores de 0 a 3 de acuerdo con el criterio que se describe a continuación.

$$CA2 = \begin{cases} 0, & \text{si ninguna} \\ 1, & \text{si solo una} \\ 2, & \text{si más de una, pero todas locales} \\ 3, & \text{si más de una, pero al menos una de ellas en el extranjero} \end{cases} \quad (2)$$

#### 4.2.3 Intensidad de innovación

En línea con Escribano et al. (2009) y Caloghirou et al. (2004), una medida adecuada para capturar el grado de intensidad en I+D de las firmas es el ratio de empleados dedicados a esta área sobre el total de empleados. En este caso, nuevamente, se utiliza una concepción más amplia que la I+D, considerando de esta manera actividades desarrolladas por los trabajadores cuyo fin sea introducir mejoras e innovaciones en el desempeño de la firma. Para calcular este ratio se consultó a las firmas su cantidad de empleados y cuántos de estos se encuentran dedicados a tareas vinculadas a desarrollar mejoras o innovaciones a ser empleadas por la firma<sup>12</sup>. Luego, la intensidad de innovación se resume en la variable CA3 a partir de calcular el cociente entre estos dos valores, pudiendo tomar por tanto niveles entre 0 y 1.

$$CA3 = \frac{\text{Cantidad de empleados dedicados a tareas vinculadas a desarrollar mejoras o innovaciones a ser empleadas por su empresa}}{\text{Cantidad de empleados de la firma}} \quad (3)$$

#### 4.2.4 Actividades de I+D

La cuarta variable considerada para determinar las capacidades de absorción de la firma fue la realización de actividades de I+D. La determinación del valor de esta variable surge de preguntarle a las firmas si han llevado alguna forma de I+D en los últimos dos años, ya sea de manera individual o conjunta<sup>13</sup>, y si han participado en el mismo período en algún proyecto de I+D con instituciones

<sup>11</sup> Esta conceptualización de las capacitaciones para introducir innovaciones se basa en la encuesta sobre Comportamiento Innovativo en el Sector TIC, realizada en el 2013 por la Subsecretaría de Estudios y Prospectiva/Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva de la Argentina.

<sup>12</sup> Ver preguntas 8 de la sección A y B3 de la sección B del cuestionario en el Anexo A.

<sup>13</sup> Ver opciones a, b y c a la pregunta B4.1 de la sección B del cuestionario en el Anexo A.

de investigación científica (universidades, institutos de investigación, etc.)<sup>14</sup>. Esta variable asume que la realización de actividades de I+D requiere de capacidades de absorción por parte de las firmas, y que aunque las firmas del clúster se caracterizan por realizar desarrollos en sectores de alta tecnología, puede ser el caso de que alguna de ellas no haya realizado nuevos desarrollos en los últimos dos años. Por otra parte se asume que el hecho de participar en proyectos de I+D con instituciones de investigación científica requiere de mayores capacidades de absorción<sup>15</sup>. Por lo tanto, la variable actividades de I+D toma valores de 0 a 2 de la siguiente manera:

$$CA41 = \begin{cases} 0, & \text{si no realizó} \\ 1, & \text{realizó al menos una, pero sin institución científica} \\ 2, & \text{realizó al menos una con alguna institución científica} \end{cases} \quad (4)$$

### 4.3 Transferencia de conocimiento intra-clúster

En la entrevista basada en cuestionarios, los patrones de comunicación intra-clúster se recopilaron a través de un método de *roster recall*: a cada firma se le presentó una lista completa (*roster*) de las firmas del clúster<sup>16</sup>, y se le realizaron preguntas que abordan específicamente la transferencia de conocimiento como respuesta a una consulta sobre un problema complejo que una firma busca resolver (ver Definición 2).

En cuanto a los vínculos y flujos entrantes (ver Definiciones 3 y 4), se les pidió a todas las firmas del clúster que para cada una de las firmas del *roster* indique la importancia que le atribuye al asesoramiento técnico que recibe ante una situación crítica según la recurrencia y calidad del mismo, con una valoración de 0 a 3. Lo mismo se hizo respecto del soporte técnico brindado, y en ambos casos se aclaró que no se deben considerar las transferencias de conocimiento que sean explícitamente retribuidas económicamente, por ejemplo debido a un servicio de consultoría prestado o contratado. Las respuestas a estas preguntas permitieron obtener para cada firma los vínculos y los flujos entrantes y salientes con cada una del resto de las firmas del clúster. Con esas valoraciones se procedió a armar la matriz de adyacencia correspondiente al grafo que representa los flujos de conocimiento intra-clúster. A continuación se especifica: i. cómo se construyeron las valoraciones de entrada de conocimiento; ii. cómo se construyeron las valoraciones de salida de conocimiento; iii. cómo se validaron los flujos entrantes; y iv. cómo se conformaron los grafos de flujos entrantes y salientes (direccionado y ponderado), de vínculos entrantes y salientes (direccionado y no ponderado), y de vínculos (no direccionado y no ponderado).

i. **Valoración entrante:** llamemos  $V_z(i, j)$  a la valoración que hace la firma  $z$  (con  $z \in \{i, j\}$ ;  $i \neq j$ ) sobre el asesoramiento técnico proveniente desde otra firma en función de su calidad y recurrencia<sup>17</sup>. Luego, la valoración que hace la firma  $i$  sobre el flujo entrante desde  $j$  es:

<sup>14</sup> Ver opciones a y b de la pregunta B4.2 de la sección B del cuestionario en el Anexo A. La respuesta a la opción c no ha sido tenido en cuenta por poder afectar simultáneamente al margen intensivo de la apertura externa.

<sup>15</sup> No obstante, no se ha tenido en cuenta la respuesta a si se ha participado en más de un proyecto con instituciones de investigación científica (opción c de la pregunta B4.2 del cuestionario en el Anexo A) debido a que a la vez que incrementa el valor de esta variable, puede afectar simultáneamente al margen intensivo de la apertura externa. En el Anexo B "Apertura externa y experimentación conjunta" se aporta una explicación más detallada.

<sup>16</sup> En la sección C del Anexo A se puede ver el *roster* 1. Allí se observará que se ocultó el nombre de las firmas debido a que se pactó con las mismas que la información sobre la identidad de las firmas sería confidencial.

<sup>17</sup> Ver pregunta C1 de la sección C del cuestionario del Anexo A.

$$V_i(j, i) = \begin{cases} 0 = \text{ninguna} \\ 1 = \text{bajo} \\ 2 = \text{medio} \\ 3 = \text{alto} \end{cases} \quad (5)$$

ii. **Valoración saliente:** también se le preguntó a las firmas sobre el valor que le atribuye al asesoramiento técnico otorgado a otra firma en función de su calidad y recurrencia<sup>18</sup>. Luego la valoración que hace la firma  $i$  sobre el asesoramiento técnico otorgado a  $j$  es:

$$V_i(i, j) = \begin{cases} 0 = \text{ninguna} \\ 1 = \text{bajo} \\ 2 = \text{medio} \\ 3 = \text{alto} \end{cases} \quad (6)$$

iii. **Confirmación de flujos:** luego se procedió a convalidar la información sobre flujos entrantes y salientes. Siendo que cada flujo que entra en un nodo (firma) debe ser saliente de otro nodo, y que a este flujo solo se le puede asignar una valoración, se procedió a tomar las valoraciones asignadas por los nodos receptores solo cuando el nodo emisor haya confirmado una valoración positiva al flujo saliente hacia el nodo receptor. Formalmente, llamaremos  $f_{i,j}$  a los flujos confirmados desde  $i$  a  $j$ , y el valor que tome  $f_{i,j}$  dependerá de las 3 posibles combinaciones entre las valoraciones de las distintas firmas que se enumeran a continuación:

$$f_{i,j} = \begin{cases} 0, & V_j(i, j) = 0 \\ 0, & V_j(i, j) \neq 0 \text{ y } V_i(i, j) = 0 \\ V_j(i, j), & V_j(i, j) \neq 0 \text{ y } V_i(i, j) \neq 0 \end{cases} \quad (7)$$

Entonces el flujo desde  $i$  a  $j$  será nulo ( $f_{i,j} = 0$ ) cuando:

- el nodo  $j$  declare que no recibió un flujo positivo desde el nodo  $i$ , independientemente de lo que declare  $i$  sobre su flujo hacia  $j$ ,
- el nodo  $j$  declara que recibió un flujo positivo desde el nodo  $i$ , pero el nodo  $i$  declare un flujo nulo hacia  $j$  (i.e. no confirma flujo positivo en esa dirección).

El flujo de  $i$  a  $j$  será no nulo ( $f_{i,j} \neq 0$ ) e igual a la valoración de la receptora  $V_j(i, j)$ , si y solo si,

- ambos nodos declaran que hubo un flujo no nulo en dirección de  $i$  a  $j$ .

iv. **Conformación de los grafos:** primero definiremos un grafo, luego lo vincularemos a los elementos ya mencionados y finalmente daremos una interpretación sobre su matriz de adyacencia.

**Definición 6.** Grafo (o red): *un grafo  $(N, f)$  consiste de un conjunto de nodos  $N=\{1, \dots, n\}$  y una matriz real  $f$  de dimensión  $n \times n$ , donde  $f_{i,j}$  representa la (posiblemente ponderada y/o dirigida) relación entre  $i$  y  $j$ . A esta matriz se la suele referir como matriz de adyacencia, ya que lista qué nodos están conectados con otros, o en otras palabras qué nodos son adyacentes con otros. En el caso donde las entradas de  $f$  pueden tomar valores no dicotómicos estableciendo la intensidad de las relaciones, se dice que es un grafo ponderado. Por el contrario cuando las entradas solo toman valores 0 ó 1 se dice que es un grafo no ponderado. Cuando las relaciones entre  $i$  y  $j$  no son simétricas, es decir  $f_{i,j} \neq f_{j,i}$ , se dice que es un grafo direccionado, por el contrario cuando las relaciones entre  $i$  y  $j$  son simétricas es decir  $f_{i,j} = f_{j,i}$ , se dice que es un grafo no direccionado. (Jackson, 2010, pág. 40)*

En la Figura 1, a continuación, se da una representación de la matriz de adyacencia  $f$  que se corresponde con un grafo  $(N, f)$ , donde el conjunto  $N$  posee 19 nodos (i.e.  $n = 19$ ) y cada una de

<sup>18</sup> Ver pregunta C2 de la sección C del cuestionario del Anexo A.

las entradas son las valoraciones  $f_{i,j}$  validadas. Teniendo en cuenta los valores que pueden tomar las entradas  $f_{i,j}$ , será un grafo direccionado y ponderado. Es decir que, por ejemplo, la entrada  $f_{2,1}$  es la valoración que hace el nodo **N1** (firma 1) sobre la transferencia de conocimiento desde el nodo **N2** (firma 2) y, como se explicó antes, este será distinto de 0 e igual a  $V_1(2,1)$  siempre que ambos declaren que es diferente de cero (es decir que  $V_2(2,1) \neq 0$ ). Por tanto,  $f_{2,1}$  es un flujo entrante al nodo **N1** (desde el nodo **N2**) que equivale un flujo saliente desde nodo **N2** (hacia el nodo **N1**).

**Figura 1. Representación de una matriz de adyacencia con  $n = 19$**

$$f = \begin{matrix} & \text{N1} & \text{N2} & \dots & \text{N18} & \text{N19} \\ \text{N1} & f_{1,1} & f_{1,2} & \dots & f_{1,18} & f_{1,19} \\ \text{N2} & f_{2,1} & f_{2,2} & \dots & f_{2,18} & f_{2,19} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots & \vdots \\ \text{N18} & f_{18,1} & f_{18,2} & \dots & f_{18,18} & f_{18,19} \\ \text{N19} & f_{19,1} & f_{19,2} & \dots & f_{19,18} & f_{19,19} \end{matrix}$$

Por convención y para facilidad de los cálculos, se ha establecido que  $f_{i,i} = 0 \forall i$ . Luego, el grafo  $(N, f)$  es el grafo direccionado y ponderado, que muestra los diferentes flujos salientes o entrantes entre los diferentes nodos  $i$  y  $j$ . A partir del grafo  $(N, f)$  se podrá conformar un grafo que indique los vínculos entrantes y salientes, donde no importe si el valor que toma la transferencia de conocimiento es mayor o menor sino solo si existe o no. Para esto se hará una transformación sobre los valores de entrada de la matriz de adyacencia  $f$ , definiendo un grafo  $(N, d)$  con  $d$  una matriz de adyacencia no simétrica conformada por las entradas  $d_{i,j}$  tal que,

$$d_{i,j} = \min\{f_{i,j}; 1\} \quad (8)$$

Luego, en el grafo  $(N, d)$  la relación entre  $i$  y  $j$  pasa a tomar valores 0 ó 1. Cuando  $f_{i,j} = 0$  entonces  $d_{i,j} = 0$  y por tanto no existe un vínculo saliente de  $i$  a  $j$ . En cambio, si  $f_{i,j} \neq 0$ , entonces  $d_{i,j} = 1$  y por tanto existe un vínculo saliente de  $i$  a  $j$ . Nótese entonces que las entradas valen 0 ó 1 y que puede darse el caso donde  $d_{i,j} = d_{j,i}$  por lo que  $(N, d)$  es un grafo direccionado y no ponderado.

Finalmente, a partir del grafo  $(N, d)$  se conformará un grafo que indique la existencia de vínculos sin importar su dirección, es decir un grafo donde las entradas son 0 ó 1 y para el cual no haya dirección en la relación entre  $i$  y  $j$ , es decir un grafo no direccionado y no ponderado. Para esto se hará una transformación sobre los valores de entrada de la matriz de adyacencia  $d$ , definiendo un grafo  $(N, u)$  con  $u$  una matriz de adyacencia simétrica conformada por las entradas  $u_{i,j}$  tal que,

$$u_{i,j} = \max\{d_{i,j}; d_{j,i}\} \quad (9)$$

Luego, en el grafo  $(N, u)$  la relación entre  $i$  y  $j$  pasa a tomar valores 0 ó 1.  $u_{i,j} = 0$  solo cuando  $d_{i,j}=d_{j,i}=0$  ó 1 en caso contrario, y siempre  $u_{i,j} = u_{j,i}$  conformando una matriz de adyacencia  $u$  que es simétrica. Luego si  $u_{i,j} = 1$  entonces existe un vínculo entre los nodos  $i$  y  $j$ . Nótese entonces que las entradas valen 0 ó 1 y que nunca puede darse el caso donde  $u_{i,j} \neq u_{j,i}$  por lo que  $(N, u)$  es un grafo no direccionado y no ponderado.

#### 4.4 Fuentes de conocimiento extra-clúster

En la entrevista también se preguntó sobre la adquisición (por parte de las firmas del clúster) de conocimiento desde fuentes externas al clúster, tanto a nivel nacional como internacional. Uno de los objetivos de esta consulta a la firma es evaluar la apertura externa de las mismas en los términos en los cuales se define a continuación.

**Definición 7.** Apertura externa: *cantidad de vínculos de conocimiento entrantes desde el exterior del clúster.*

Para recopilar esta información se consultó a las firmas con qué instituciones se vinculan fuera del entorno del clúster. En función de ello, se les presentó un segundo *roster*<sup>19</sup> dentro de la encuesta estructurada con distintos actores relevantes no pertenecientes al clúster, que a su vez permitía la posibilidad de agregar otras fuentes adicionales que no se encontraran listadas originalmente en este *roster*. Específicamente, se solicitó a los encuestados que señalen en una lista de posibles fuentes de conocimiento extra-clúster (universidades, proveedores, consultores, asociaciones empresariales, etc.) aquellas que habían contribuido a la mejora técnica de sus firmas<sup>20</sup>, es decir flujos entrantes desde fuentes externas al clúster. Se les pidió que los valoren de 0 a 3 en función de su calidad y recurrencia, de manera que,

$$V_i(e, i) = \begin{cases} 0 = \text{ninguna} \\ 1 = \text{baja} \\ 2 = \text{media} \\ 3 = \text{alta} \end{cases} \quad (10)$$

Donde  $e$  es una fuente externa de conocimiento. Esto permite computar un indicador de apertura externa para cada nodo  $i$ .

Siendo que cada nodo  $i$  posee un conjunto de vínculos externos  $M_i = \{1, \dots, m_i\}$ , se computará el indicador de apertura externa  $k_i^e$ , donde

$$k_i^e = \begin{cases} 0, & M_i = \{\emptyset\} \\ \sum_{e=1}^{m_i} \min\{V_i(e, i); 1\}, & M_i \neq \{\emptyset\} \end{cases} \quad (11)$$

Observar que aunque el cuestionario consultó sobre los flujos de conocimiento, este indicador cuantifica la cantidad de vínculos entrantes desde el exterior del clúster a la firma  $i$  y no los flujos.

#### 4.5 Indicadores de patrones de comunicación interna (IPCI) y comunidades

i. **Indicadores de vínculos entrantes y salientes de la firma:** Se trata de indicadores sobre la conectividad entrante y saliente de los nodos. Lo que en teoría de grafos son grados de entrada y salida ponderados o no ponderados, aquí se redefinirá en términos de flujos y vínculos de conocimiento<sup>21</sup>.

Volviendo a la interpretación de la matriz direccionada y no ponderada  $d$ , el grado de vinculación entrante a la firma  $i$ , que se llamará  $k_i^{in}$ , será:

$$k_i^{in} = \sum_{j=1}^{19} d_{j,i} \quad (12)$$

Es decir la suma de los elementos de la columna  $\mathbf{Ni}$  del grafo  $(N, d)$ . Entonces se dirá que  $k_i^{in}$  es la cantidad de vínculos entrantes a la firma  $i$ . Análogamente, el grado de vinculación saliente desde la firma  $i$ , que se llamará  $k_i^{out}$ , será:

$$k_i^{out} = \sum_{j=1}^{19} d_{i,j} \quad (13)$$

<sup>19</sup> Este segundo *roster* fue articulado a través de una consulta previa a distintas firmas del clúster, lo cual permitió de este modo generar un listado base enumerativo, pero no exhaustivo, de fuentes de conocimiento extra-clúster.

<sup>20</sup> Ver pregunta D1 de la sección D del cuestionario del Anexo A.

<sup>21</sup> Notación: cuando se establezcan métricas asociadas a flujos se utilizará la misma notación que con las métricas asociadas a los vínculos, excepto que se utilizará un tilde  $\sim$  sobre las variables.

Es decir la suma de los elementos de la fila  $\mathbf{Ni}$  del grafo  $(N, d)$ . Entonces se dirá que  $k_i^{out}$  es la cantidad de vínculos salientes de la firma  $i$ . Si en lugar de sumar de vínculos entrantes o salientes se observaran los flujos entrantes o salientes entonces se deberán interpretar las entradas de la matriz direccionada y ponderada  $f$ . Allí, el grado de flujo entrante a la firma  $i$ , que se llamará  $\widetilde{k}_i^{in}$ , será:

$$\widetilde{k}_i^{in} = \sum_{j=1}^{19} f_{j,i} \quad (14)$$

Es decir la suma vertical de los elementos de la columna  $\mathbf{Ni}$  del grafo  $(N, f)$ . Entonces se dirá que  $\widetilde{k}_i^{in}$  es la suma de los flujos entrantes a la firma  $i$ . Análogamente, el grado de flujo saliente desde la firma  $i$ , que se llamará  $\widetilde{k}_i^{out}$ , será:

$$\widetilde{k}_i^{out} = \sum_{j=1}^{19} f_{i,j} \quad (15)$$

Es decir la suma horizontal de los elementos de la fila  $\mathbf{Ni}$  del grafo  $(N, f)$ . Entonces se dirá que  $\widetilde{k}_i^{out}$  es la suma de los flujos salientes de la firma  $i$ .

ii. **Indicadores de ratios de vínculos y flujos de la firma:** en teoría de grafos son los ratios de grados de entrada y salida no ponderados (aquí vínculos) y de los grados de entrada y salida ponderados (aquí flujos). Estos indicadores son medidas de centralidad calculadas para todos los casos donde las firmas no estén aisladas, mediante el cociente entre los vínculos o flujos entrantes y salientes de la firma  $i$  tal que serán sus indicadores de vinculación neta o flujo neto de conocimiento según corresponda.

Yendo primero al caso de los vínculos, si los vínculos entrantes a la firma  $i$  son mayores a los vínculos salientes de la firma  $i$ , su indicador tomará un valor mayor a 1, si la salida fuera mayor a la entrada el indicador tomará valores menores a 1, y si son equivalentes el indicador tomará valor igual a 1. Luego, el indicador de vinculación de conocimiento neta se operacionaliza como,

$$kn_i = \begin{cases} \frac{k_i^{in}}{k_i^{out}}, & k_i^{out} \neq 0 \\ +\infty, & k_i^{in} \neq 0 \text{ y } k_i^{out} = 0 \\ \text{indefinido}, & k_i^{in} = 0 \text{ y } k_i^{out} = 0 \end{cases} \quad (16)$$

A partir del valor que tomé  $kn_i$  se podrá realizar una clasificación sobre la posición cognitiva de vinculación que ocupan las firmas en el clúster,

- Si  $kn_i > 1$ : la firma es un “absorbente” en la vinculación de conocimiento neta.
- Si  $kn_i = 1$ : la firma posee un intercambio mutuo en la vinculación de conocimiento.
- Si  $kn_i < 1$ : la firma es una “fuente” en la vinculación de conocimiento neta.
- Si  $kn_i$  es *indefinido*: la firma está aislada.

Yendo ahora al caso de los flujos, si los flujos entrantes a la firma  $i$  son mayores a los flujos salientes de la firma  $i$ , su indicador tomará un valor mayor a 1. Si la salida fuera mayor a la entrada el indicador tomará valores menores a 1, y si son equivalentes el indicador tomará valor igual a 1. Luego, el indicador de flujo de conocimiento neto se operacionaliza como,

$$\widetilde{kn}_i = \begin{cases} \frac{\widetilde{k}_i^{in}}{\widetilde{k}_i^{out}}, & \widetilde{k}_i^{out} \neq 0 \\ +\infty, & \widetilde{k}_i^{in} \neq 0 \text{ y } \widetilde{k}_i^{out} = 0 \\ \text{indefinido}, & \widetilde{k}_i^{in} = 0 \text{ y } \widetilde{k}_i^{out} = 0 \end{cases} \quad (17)$$

A partir del valor que tomé  $\widetilde{kn}_i$  se podrá realizar una clasificación sobre la posición cognitiva que ocupan las firmas en el clúster,

- Si  $\widetilde{kn}_i > 1$ : la firma es un “absorbente” en el flujo de conocimiento neto.
- Si  $\widetilde{kn}_i = 1$ : la firma se involucra en el intercambio mutuo en el flujo de conocimiento.
- Si  $\widetilde{kn}_i < 1$ : la firma es una “fuente” en el flujo de conocimiento neto.
- Si  $\widetilde{kn}_i$  es *indefinido*: la firma está aislada.

ii. **Indicador de intermediación de la firma:** será lo que en teoría de grafos se denomina *betweenness* para un grafo dirigido y no ponderado. Se trata de una medida de centralidad que considera la posición de cada nodo en distancia geodésica (es decir, el camino más corto) que conecta a todos los otros nodos de la red. Para definirlo primero definamos la geodésica:

**Definición 8.** Geodésica: una geodésica entre el nodo  $i$  y el nodo  $j$  es el camino más corto entre estos, es decir un camino que no tiene más conexiones que ningún otro camino entre  $i$  y  $j$ .

Ahora se llamará  $P(u, j)$  a la cantidad de geodésicas (caminos más cortos) entre  $u$  y  $j$ , y se llamará  $P_i(u, j)$  a la cantidad de geodésicas entre los nodos  $u$  y  $j$  en los cuales se encuentra el nodo  $i$ . Luego se puede tener una idea de la importancia de  $i$  en las conexiones entre  $u$  y  $j$  a partir del ratio  $\frac{P_i(u, j)}{P(u, j)}$ , si es cercano a 1 significa que el nodo (firma)  $i$  se encuentra en la mayoría de todos los caminos más cortos que conectan a  $u$  y  $j$ , y por lo contrario si es cercano a cero entonces  $i$  es menos crítico en las conexiones entre  $u$  y  $j$ . Si se lo promedia entre todos los pares de firmas posibles que excluyan a la firma  $i$ , se tiene el siguiente índice de centralidad de intermediación para la firma  $i$ .

$$B_i = \sum_{u \neq j, i \notin \{u, j\}} \frac{P_i(u, j)/P(u, j)}{(n-1)(n-2)} \quad (18)$$

Este indicador corresponde a un grafo dirigido, y en particular en este trabajo será aplicado sobre el grafo  $(N, d)$  que es dirigido y no ponderado, es decir que se estará observando el nivel de intermediación en los vínculos entrantes y salientes y no en los flujos.

iii. **Eigenvector centrality (EC):** Se trata de una medida de centralidad caracterizada por un vector de  $n$  elementos que asignan un puntaje a la centralidad de cada uno de los nodos del grafo. En este caso será aplicado sobre la matriz de adyacencia  $d$  del grafo dirigido y no ponderado  $(N, d)$ . Los puntajes de centralidad corresponden a los valores del primer vector propio de la matriz de adyacencia del grafo y pueden interpretarse como resultado de un proceso recíproco en el que la centralidad de cada nodo es proporcional a la suma de las centralidades de aquellos nodos con los que está conectado. En general, los nodos con mayores puntajes de centralidad (a los que les corresponden mayores valores en el autovector) son aquellos que están conectados a muchos otros nodos que, a su vez, están conectados a muchos otros, y así sucesivamente. Notación:  $CE_i$  se utilizará para indicar el puntaje asignado a la centralidad del nodo  $i$ .

iv. **Núcleo/Periferia:** se utiliza el algoritmo de Ma y Mondragón (2015) sobre el grafo no dirigido y no ponderado  $(N, u)$ . Este algoritmo se basa en la definición de núcleo/periferia (*core/periphery*) formalizada por Borgatti y Everett (1999), para realizar una partición del grafo en la cual se

identifican dos subgrafos. Un subgrafo es cohesivo en términos de que alcanza la máxima conectividad entre los nodos pertenecientes al mismo, y cada uno de los nodos posee al menos ese nivel de conectividad dentro del grafo. A este conjunto se lo llamará *rich-core*. El otro subgrafo estará conformado por los nodos que no pertenecen al *rich-core* y se llamará *periphery*. Para el caso de un grafo direccionado y no ponderado, como se utilizará aquí, el algoritmo sigue los siguientes pasos.

**Algoritmo 1. Core/Periphery:**

- Ordenar los nodos de mayor a menor grado de entrada (vínculo entrante)  $k_i^{in}$ .
- Para cada nodo  $i$  se determina un valor  $\sigma_i^{in}$  que cuenta la cantidad de nodos distintos de  $i$  con mayor o igual grado de entrada que  $k_i^{in}$  con los cuales  $i$  posee un vínculo de entrada.
- Ordenar los nodos de mayor a menor grado de salida (vínculo saliente)  $k_i^{out}$ .
- La función  $r(i)$  determina la posición del nodo  $i$  en el ordenamiento por  $k_i^{out}$ , donde  $r(i) = r(j)$  si  $k_i^{out} = k_j^{out}$ .
- Para cada nodo  $i$  se determina un valor  $\sigma_i^{out}$  que cuenta la cantidad de nodos distintos de  $i$  con mayor o igual grado de salida que  $k_i^{out}$  con los cuales  $i$  posee un vínculo de salida.
- Se suman los  $\sigma_i^{in}$  y  $\sigma_i^{out}$  para cada  $i$ , tal que  $\sigma_i = \sigma_i^{out} + \sigma_i^{in}$ .
- Buscar el máximo  $\sigma_i$  tal que  $\sigma^* = \max\{\sigma_1, \dots, \sigma_i, \dots, \sigma_n\}$
- Sea  $j^* = j$  tal que  $\sigma_j = \sigma^*$  y  $r(j) > r(i) \forall i$  tal que  $\sigma_i = \sigma^*$ .
- Luego, todo nodo  $i$  tal que  $r(i) \leq r(j^*)$  pertenece al *rich-core*.
- Y todo nodo  $i$  tal que  $r(i) > r(j^*)$  pertenece a la *periphery*.

v. ***k-core***: en primer lugar se define al grado de un nodo como la cantidad de otros nodos con los cuales posee al menos un vínculo, ya sea entrante o saliente. Esto es equivalente a trabajar con una matriz de adyacencia simétrica y por lo tanto un grafo no dirigido, en este caso el grafo  $(N, u)$ . De esta manera, el grado  $k_i$  del nodo  $i$ , que será el grado de vinculación, se calcula como,

$$k_i = \sum_{j=1}^{19} u_{j,i} \quad (19)$$

Luego, el *k-core* o núcleo  $k$  de un grafo es el máximo subgrafo en el que cada nodo tiene al menos un grado  $k$ . La “nucleosidad” (*coreness*) de un nodo es  $k$  si pertenece al *k-core* pero no al  $(k+1)$ -*core* (Batagelj & Zaversnik, 2002). En otras palabras, el subgrafo de *coreness k* es el conjunto más grande de nodos donde cada uno de ellos posee  $k$  vínculos dentro del subgrafo. A los fines de este trabajo se llamará *k-core* al subgrafo de *coreness k* y *k-periphery* al conjunto de nodos que no pertenecen al subgrafo de *coreness k*.

#### 4.6 Estrategias de testeo de las hipótesis

Para probar las hipótesis planteadas en la sección 2 se seguirán diferentes procedimientos que harán uso de los conceptos y métricas definidos y desarrollados en las secciones 4.2 a 4.5. A continuación se especifican las estrategias para probar cada una de las hipótesis.

**Hipótesis 1.a:** agrupamiento de firmas por cantidad de áreas en las que operan y cálculo del promedio del indicador de capacidad de absorción.

**Hipótesis 1.b:** agrupamiento de las firmas por cantidad de áreas en las que operan y por áreas, y cálculo del promedio del indicador de capacidad de absorción.

**Hipótesis 2:** test no paramétrico de correlación Kendall tau<sub>b</sub> entre la capacidad de absorción y el indicador de apertura externa.

**Hipótesis 3.a:** cálculo de la capacidad de absorción promedio para las firmas que se encuentran por encima y por debajo de la media de los diferentes indicadores de patrones de comunicación interna.

**Hipótesis 3.b:** verificación de las firmas que presentan máximos valores de: (i) capacidad de absorción; (ii) vinculación; (iii) vinculación entrante; (iv) vinculación saliente; (v) apertura externa; (vi) *eigenvector centrality*; e (vii) intermediación.

**Hipótesis 3.c:** agrupamiento de las firmas para los diferentes resultados del indicador de vinculación de conocimiento neta y cálculo de la capacidad de absorción promedio para cada grupo.

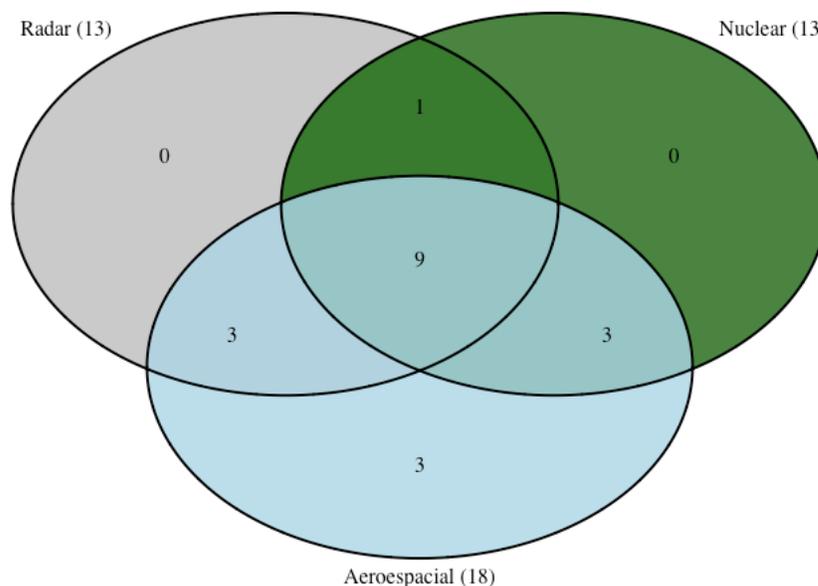
**Hipótesis 4:** aplicación de los modelos de *rich-core* y de *3-core* al grafo  $(N, u)$  para identificar las firmas que pertenecen a las diferentes comunidades en ambos casos. Para las firmas de las respectivas comunidades, cálculo de la capacidad de absorción promedio, y de las densidades al interior de las comunidades y entre las mismas a partir del grafo direccionado y no ponderado  $(N, d)$ .

## 4. Resultados

### 4.1 Capacidad de absorción y áreas de alta tecnología

En el diagrama de Venn de la Figura 2 se puede observar la distribución de las firmas por área de alta tecnología a partir de la respuesta de las firmas a la pregunta 6 del cuestionario (ver Anexo A). Como se observará, de las 19 firmas no hay ninguna que solamente opere en el área radar o solamente en el área nuclear, aunque sí hay una firma que opera en ambas áreas de alta tecnología sin operar en la aeroespacial.

**Figura 2. Distribución de las firmas del clúster por área de alta tecnología**



Fuente: elaboración propia en base a entrevistas.

Salvo 3 firmas que no declararon vinculación ni con el área nuclear ni con la radar, el resto estaba vinculada con al menos 2 áreas. De esta forma se conforman 5 conjuntos de firmas según a cuáles de las 3 áreas declararon vincularse. Esto es porque, como se dijo, de las 7 posibles combinaciones ninguna firma declaró solamente vincularse al área nuclear o solamente vincularse al área de radar.

En la Tabla 2, se presenta el promedio en la métrica de capacidad de absorción para los distintos conjuntos de firmas teniendo en cuenta en cuántas áreas operan y en qué áreas operan.

Como se puede observar, sin distinguir las áreas en las que operan las firmas, y solo observando la cantidad de áreas en las que operan, la capacidad de absorción promedio de las firmas es mayor cuando pasamos de solo un área, a exactamente dos áreas, a al menos dos áreas, y finalmente a tres áreas. Esto prueba la Hipótesis 1.a<sup>22</sup>. Ahora observemos si existe alguna relación entre la capacidad de absorción de las firmas que operan en diferentes áreas y si esta relación se mantiene a pesar de que operen en diferente cantidad de áreas.

**Tabla 2. Capacidad de absorción por área y cantidad de áreas en las que opera la firma**

Áreas y cantidad de áreas de alta tecnología	Capacidad de absorción promedio	
Un área (n=3) -Aeroespacial-*	-0,58	
Cualquier cantidad de áreas (n=19)	0,00	
Nuclear (n=13)		0,29
Radar (n=13)		0,14
Aeroespacial (n=18)		-0,01
Dos áreas (n=7)*	-0,27	
Radar y Nuclear (n=1)	0,15	
Nuclear y Aeroespacial (n=3)	-0,03	
Radar y Aeroespacial (n=3)	-0,66	
Nuclear (n=4)		0,01
Radar (n=4)		-0,46
Aeroespacial (n=3)		-0,66
Al menos dos áreas (n=16)	0,11	
Radar y Nuclear (n=10)	0,38	
Nuclear y Aeroespacial (n=12)	0,30	
Radar y Aeroespacial (n=12)	0,14	
Nuclear (n=13)		0,29
Radar (n=13)		0,14
Aeroespacial (n=15)		0,11
Tres áreas (n=9)*	0,41	

\* se refiere a la cantidad de áreas exacta.

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Sin importar la cantidad de áreas:

- Si observamos la capacidad de absorción promedio de las firmas sin tener en cuenta en cuántas áreas operan, se puede ver que las firmas del clúster que operan en el área nuclear poseen mayor capacidad de absorción que las que operan en el área radar, las cuales a su vez poseen mayor capacidad de absorción que las que operan en el área aeroespacial.

<sup>22</sup> Hipótesis 1.a: es más probable que firmas que operan en mayor cantidad de áreas de alta tecnología posean mayor capacidad de absorción.

Operan en exactamente dos áreas:

- Si opera exactamente en dos áreas, la capacidad de absorción de las firmas que operan en el área nuclear es mayor a la de las que operan en el área radar, que a su vez poseen mayor capacidad de absorción que las que operan en el área aeroespacial.

Operan en al menos dos áreas:

- Cuando se considera a las firmas que operan en al menos dos áreas en realidad se están agregando al conjunto anterior a las firmas que operan en 3 áreas. Nuevamente se repiten las posiciones relativas entre las capacidades de absorción de las firmas que operan en distintas áreas. Como no hay firmas que operen solamente en el área nuclear o solamente en el área radar, entonces coincide la capacidad de absorción promedio de estas cuando se las considera dentro del conjunto de firmas que operan en cualquier cantidad de áreas o cuando se las considera aquí (dentro del conjunto de firmas que operan en al menos en dos áreas de alta tecnología).

De esta manera se prueba la hipótesis 1.b<sup>23</sup>, y en particular se encuentra que la capacidad de absorción promedio del área nuclear es superior a la del área radar y esta a su vez que la del área aeroespacial. También se pueden hacer algunas observaciones adicionales notando cómo cambia la capacidad de absorción promedio de las firmas que operan en un área versus cuando también operan en un área adicional.

Si bien las firmas que operan en el área aeroespacial son las que poseen una menor capacidad de absorción promedio, esta es mayor cuando son firmas que también producen en el área radar y es aún mayor si son firmas que producen en el área aeroespacial y también en el área nuclear. Por el contrario, las firmas que operan en el área nuclear poseen menor capacidad de absorción promedio que aquellas que operan en un y solo un área adicional, en particular la capacidad de absorción promedio es menor cuando el área adicional es la aeroespacial que cuando es la radar. Finalmente, las firmas del área radar cuando operan en un y solo un área adicional verifican una menor capacidad de absorción promedio si el área adicional es la aeroespacial, y verifican una mayor capacidad de absorción promedio si el área adicional es la nuclear.

#### **4.2 Capacidad de absorción y conocimiento extra-clúster**

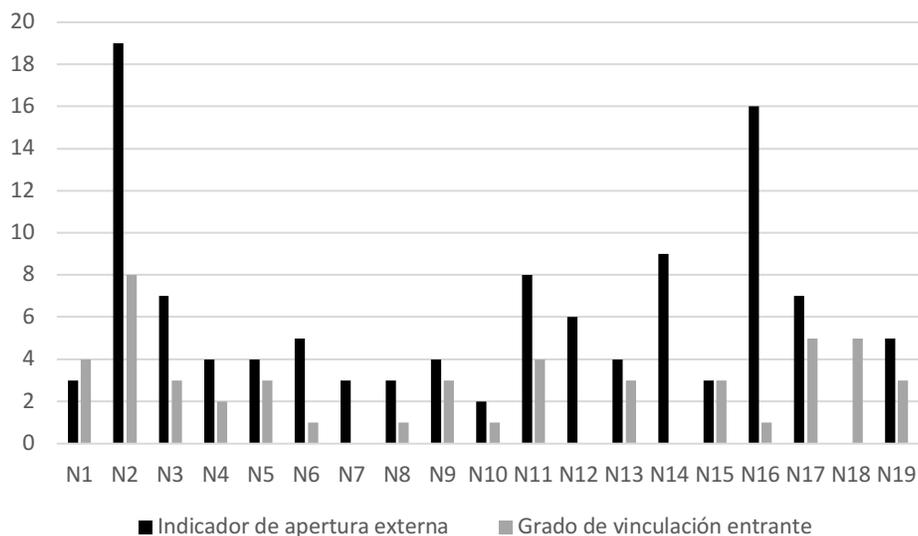
No solo la cantidad de vínculos entrantes desde el exterior (112), es decir la suma de los indicadores de apertura externa ( $k_i^e$ ), son más que el doble de la suma de los vínculos entrantes desde el interior (50), es decir la suma de los grados de vinculación entrante ( $k_i^{in}$ ), si no que  $n - 1$  firmas del clúster declaran tener apertura externa, es decir que esta diferencia no se sustenta en una apertura externa de una minoría de las firmas. De hecho, como se puede ver en la Figura 3, solo 2 de las firmas poseen un grado de vinculación entrante menor a su apertura externa. En este sentido es que se puede caracterizar al clúster como un sistema de conocimiento abierto<sup>24</sup>.

---

<sup>23</sup> Hipótesis 1.b: es probable que en las diferentes áreas de alta tecnología operen firmas con diferentes capacidades de absorción.

<sup>24</sup> Para una ampliación sobre la caracterización e implicancias de los sistemas de conocimiento abierto ver por ejemplo Visser (1996) o Bell y Albu (1999).

**Figura 3. Vínculos de conocimiento entrantes desde el exterior y desde el interior**



Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

La vinculación de las firmas del clúster con actores extra-clúster se da a través de vínculos de conocimiento entrantes (lo que se ha denominado apertura externa), pero también a través de vínculos salientes<sup>25</sup> con firmas, instituciones de I+D y Universidades. En la Tabla 3, agrupando a las firmas que poseen una apertura externa mayor y menor al promedio, se presenta la cantidad de firmas que poseen vínculos con los diferentes tipos de actores extra-clúster y si estos vínculos son entrantes o salientes. Se puede observar que casi la totalidad de las firmas (16) posee vínculos con instituciones de I+D y Universidades, y no se destacan diferencias en la cantidad de empresas que se vinculan con Universidades locales ni con otras instituciones de I+D locales. Entre las Universidades e instituciones de I+D locales no solo se encuentran actores de Bariloche como el Instituto Balseiro o el Centro Atómico Bariloche, si no también otras instituciones argentinas pero ubicadas fuera de Bariloche como la Universidad Nacional de Córdoba o el Instituto Dan Benison. Tampoco se observan diferencias entre la cantidad de firmas que poseen al menos un vínculo de entrada o de salida en estos casos. Donde sí existen diferencias es en la vinculación con Universidades e instituciones de I+D extranjeras, entre las que se encuentran actores como Universidades de Estados Unidos o Europa, Agencias Espaciales, o la Agencia Internacional de Energía Atómica. Mientras que ninguna de las firmas del clúster con apertura externa menor al promedio posee este tipo de vínculos, de las que poseen una apertura externa mayor al promedio solo tres tienen vinculación entrante y solo una posee vinculación saliente.

<sup>25</sup> Los vínculos salientes con actores extra-clúster surgen de las respuestas de las firmas a la pregunta D2 del cuestionario en el Anexo A.

**Tabla 3. Vínculos de conocimiento con actores extra-cluster**  
**Número de firmas con al menos un vínculo de conocimiento con el tipo de actor**

Tipo de actores y vinculaciones extra-clúster	Cantidad de firmas con apertura externa	
	mayor al promedio	menor al promedio
Instituciones de I+D y Universidades	7	9
Universidades locales		
Vinculación entrante	7	8
Vinculación saliente	5	5
Otras instituciones de I+D locales		
Vinculación entrante	7	7
Vinculación saliente	5	6
Universidades e instituciones de I+D extranjeras		
Vinculación entrante	3	0
Vinculación saliente	1	0
Empresas	7	9
Empresas locales		
Vinculación entrante	5	7
Vinculación saliente	2	4
Empresas extranjeras		
Vinculación entrante	1	3
Vinculación saliente	2	1

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Al igual que lo que sucede con la vinculación con Universidades o instituciones de I+D, la vinculación con firmas extranjeras es menor a la vinculación con firmas en la Argentina, aunque en este caso no es exclusivo de las firmas con mayor apertura externa, ya que las que poseen una apertura externa menor al promedio también se vinculan con el extranjero. Son más las firmas que declaran al menos una vinculación entrante que las que declaran al menos una vinculación saliente, aunque se debe remarcar que las vinculaciones externas no se confirmaron con la contraparte, como sí se hizo con los vínculos intra-clúster.

Más allá de la heterogeneidad en el margen extensivo (i.e. cuántas firmas establecen al menos un vínculo), como se pudo observar en la Figura 3 también existe heterogeneidad en el margen intensivo, donde la apertura externa (i.e. cantidad de vinculaciones entrantes) de las diferentes firmas es muy diferente entre las mismas. Por ese motivo se realizó un test no paramétrico de correlación entre la capacidad de absorción y el indicador de apertura externa de las firmas, de manera de probar si las firmas con mayor capacidad de absorción son las que establecen mayores vínculos de conocimiento entrante con fuentes extra-clúster (Hipótesis 2). En la Tabla 4 se puede observar que la capacidad de absorción para el grupo de 7 firmas que poseen un indicador de apertura externa ( $k_i^e$ ) mayor al promedio es mayor que para el grupo de 12 firmas con menor apertura externa. También se observa que el coeficiente de correlación Kendall tau\_b es positivo (0,54) y significativo con un p-valor < 0,01; confirmando la Hipótesis 2.

**Tabla 4. Correlación entre capacidad de absorción (CA) y apertura externa (AE)**  
**Correlación no paramétrica: coeficiente de Kendall tau\_b**

	Capacidad de absorción promedio
$k_i^e > \text{promedio}$ (n=7)	1,02
$k_i^e < \text{promedio}$ (n=12)	-0,59
Correlación Kendall tau_b entre AE y CA	0,54***
(***) p < 0,01	

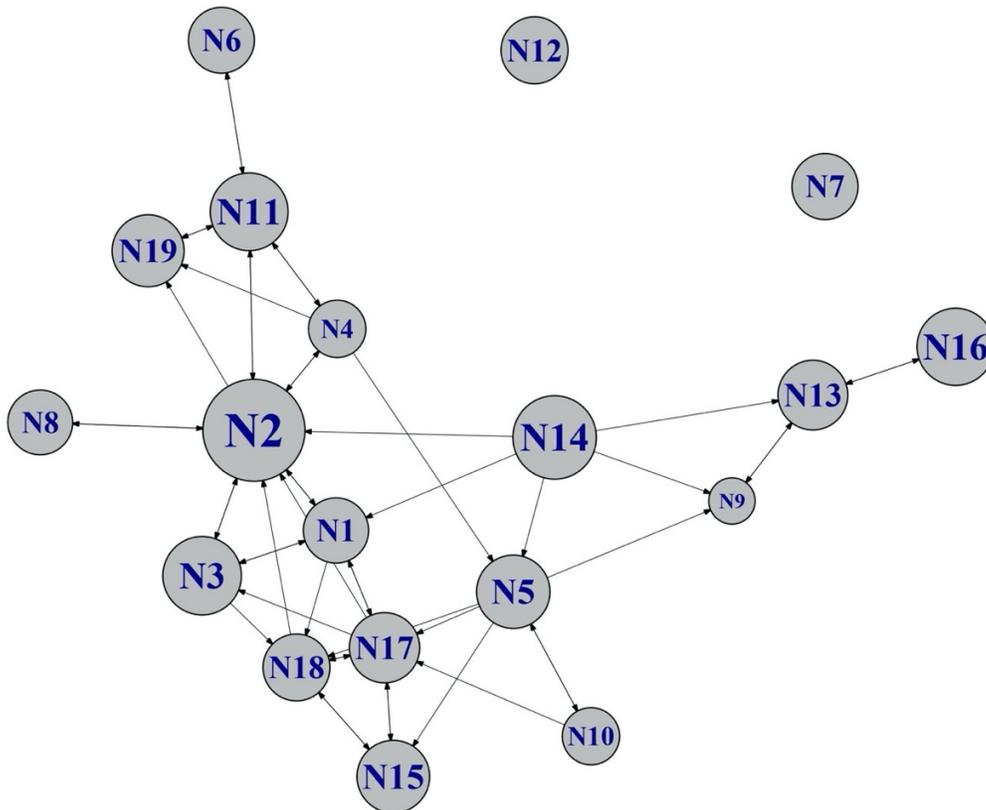
Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

### 4.3 Capacidad de absorción y posiciones cognitivas intra-clúster

Como se ha visto antes, si bien la apertura del sistema de conocimiento del clúster se da a partir del acceso de la mayoría de las firmas a fuentes de conocimiento extra-clúster, no todas acceden al mismo tipo de fuentes, y el nivel de apertura externa varía entre ellas. Esta heterogeneidad en las vinculaciones de conocimiento de las firmas también se da al interior del clúster. Mientras que algunas permanecen aisladas al interior, la cantidad de vínculos entrantes y salientes varía a lo largo del resto de las firmas, y a su vez la relación entre la cantidad de vínculos de entrada y de salida varía de firma en firma.

En la Figura 4 se pueden observar estos aspectos en una representación gráfica del sistema de conocimiento del clúster como un grafo  $(N, d)$  dirigido y no ponderado. En esta figura cada uno de los nodos del grafo representa una firma del clúster. Las flechas que los conectan son los vínculos de conocimiento entre las firmas marcando la dirección en la que se transfiere el mismo, y el tamaño<sup>26</sup> de los nodos indica el nivel relativo de la capacidad de absorción de las diferentes firmas.

Figura 4. Representación gráfica del sistema de conocimiento del clúster



Nota: una flecha desde la firma  $i$  a la  $j$  representa que  $i$  transfiere conocimiento a  $j$ . El diámetro de los nodos indica la capacidad de absorción de cada firma.

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Para poder testear si las firmas con mayor capacidad de absorción se encuentran más interconectadas dentro del sistema de conocimiento del clúster se realizó un test no paramétrico de correlación entre la capacidad de absorción y diferentes indicadores de patrones de

<sup>26</sup> El mismo surge de realizar una transformación monótona positiva sobre el indicador de capacidad de absorción de cada una de las firmas. Este indicador toma valores positivos y negativos a partir de aplicar análisis de componentes principales a variables estandarizadas.

comunicación interna (IPCI) para las firmas del sub-grafo conectado del grafo ( $N, d$ ), es decir para todas las firmas menos las aisladas. En la Tabla 5 se puede observar que el signo de los coeficientes de correlación Kendall tau\_b indicaría que mayor capacidad de absorción se encontraría correlacionada con mayores niveles de conectividad para las diferentes medidas de conectividad dirigida (i.e. todas medidas que consideran la dirección de las conexiones). Sin embargo en todos los casos la significatividad de estos coeficientes es baja.

**Tabla 5. Correlación entre capacidad de absorción e índices de centralidad**  
**Correlación no paramétrica: coeficiente de Kendall tau\_b**

	Indicadores de patrones de comunicación interna (IPCI)					
	Vinculación saliente	Flujo saliente	Vinculación entrante	Flujo entrante	Intermediación (Betweenness)	Eigenvector centrality
tau_b	0,366	0,092	0,137	0,407	0,033	0,140
p_value	0,052	0,617	0,469	0,029	0,861	0,433

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Dada la falta de significatividad en el test de correlación no paramétrica, se procedió a verificar si es más probable que las firmas con mayor conectividad posean mayor capacidad de absorción que las firmas con menor conectividad (Hipótesis 3.a) agrupando a las firmas que se encuentran por encima y por debajo del valor promedio de los IPCI y calculando la capacidad de absorción promedio en cada uno de los casos. Al igual que en el ejercicio anterior, esto se realizó sobre todas las firmas no aisladas. Los integrantes de los grupos de firmas que se encuentran por debajo y por encima de los promedios de los IPCI varían para los diferentes IPCI, no obstante como se podrá ver en la Tabla 6, la capacidad de absorción promedio de las firmas que se encuentran por debajo de la media de los IPCI es siempre inferior que para las firmas que se encuentran por encima independientemente del IPCI considerado.

**Tabla 6. Indicadores de patrones de comunicación interna (IPCI) y capacidad de absorción**  
**Capacidad de absorción promedio para las firmas con mayor y menor IPCI**

Indicador de patrón de comunicación interna (IPCI)	Promedio del IPCI	Firmas con IPCI > Promedio		Firmas con IPCI < Promedio	
		n	Capacidad de absorción promedio	n	Capacidad de absorción promedio
Vinculación saliente	2,94	9	0,541	8	-0,484
Flujo saliente	1,69	8	0,474	9	-0,311
Vinculación entrante	2,94	11	0,249	6	-0,290
Flujo entrante	1,69	7	0,572	10	-0,301
Intermediación (Betweenness)	20,81	6	0,332	11	-0,091
Eigenvector centrality	0,35	8	0,424	9	-0,266

Nota: la capacidad de absorción promedio para las dos firmas aisladas es de -0,496.

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Estos resultados muestran una asociación entre altos y bajos niveles de conectividad y altos y bajos niveles de capacidad de absorción respectivamente, comprobando la Hipótesis 3.a. Más allá de las medias, en particular es interesante observar si se puede distinguir un nodo referente que posea la mayor capacidad de absorción y a su vez destaque por su vinculación, tanto al interior como con fuentes de conocimiento extra-clúster, y en términos centralidad en la vinculación al interior del clúster. En la Tabla 7 se presentan para estas diferentes variables los valores máximos y qué firma los alcanzan.

**Tabla 7. Máxima capacidad de absorción y métricas de vinculación**

Variable	Valor máximo alcanzado	Firma que lo alcanza
Capacidad de absorción	4,48	N2
Grado de vinculación	14	N2
Grado de vinculación entrante	8	N2
Grado de vinculación saliente	6	N2
Indicador de apertura externa	19	N2
<i>Eigenvector centrality</i>	1,00	N2
Intermediación ( <i>betweenness</i> )	90,5	N2

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Como se puede observar, existe una misma firma (N2) que posee la mayor capacidad de absorción y los mayores niveles de vinculación, probando la Hipótesis 3.b. Adicionalmente, esta firma es la que más vínculos posee con Universidades e instituciones de I+D en el extranjero y la única que además de recibir también transfiere conocimiento a este tipo de instituciones. Las implicancias de la comprobación de esta hipótesis son fundamentales para entender el funcionamiento del sistema de conocimiento del clúster. Esta firma es la que posee la mayor habilidad para identificar, asimilar y explotar el conocimiento del entorno (i.e. máxima capacidad de absorción), la que al interior del clúster se vincula en transferencias de conocimiento con mayor cantidad de firmas (i.e. máxima vinculación) y de hecho es la que recibe transferencias de conocimiento de mayor cantidad de firmas (i.e. máxima vinculación entrante) pero también la que transfiere conocimiento a la mayor cantidad de firmas (i.e. máxima vinculación saliente). Aporta al sistema de conocimiento del clúster abriéndolo a mayor cantidad de fuentes de conocimiento extra-clúster que cualquier otra firma (i.e. máxima apertura externa), pero también es la que más se encuentra involucrada en los mejores caminos indirectos que vinculan a las firmas del clúster (i.e. máximo nivel de intermediación)<sup>27</sup>, a la vez que si se evalúa su vinculación a partir de la vinculación de las firmas con las que se vincula - evaluando a su vez la vinculación de éstas por la vinculación de las firmas con las que se vinculan, etc.- es la firma que mejor conectada se encuentra (i.e. máxima *eigenvector centrality*).

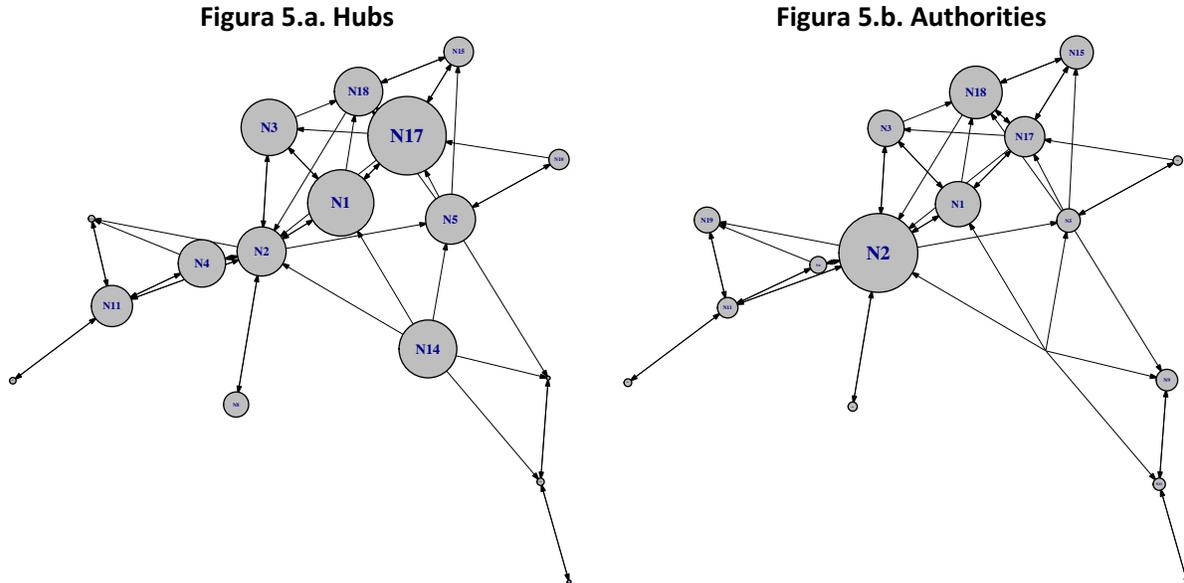
Como se dijo, las cantidades de vínculos entrantes y salientes varían a lo largo de las firmas del clúster. Mientras que una firma puede desempeñar un rol más importante que otra en la provisión de conocimiento al clúster a través de su vinculación saliente, esa misma firma puede que desempeñe un rol diferente en la recepción de conocimiento a través de su vinculación entrante. Una manera de ilustrar estos diferentes roles es a partir de la aplicación a sitios web del trabajo de Kleinberg (1999), donde se espera que sitios web desempeñen un rol como “*hubs*” al contener catálogos con una gran cantidad de enlaces salientes; y desempeñen un rol como “*authorities*” obteniendo muchos enlaces entrantes desde los *hubs*, presumiblemente debido a su información relevante y de alta calidad. En otras palabras, los nodos de la red conectada referencian más o menos y son más o menos referenciadas, o en el caso del sistema de conocimiento del clúster poseen distintos grados de vinculación saliente o entrante.

El trabajo de Kleinberg (1999) en este caso se aplica mediante un algoritmo que obtiene una métrica de *hub* para cada firma a partir del autovector de la post-multiplicación de la matriz de adyacencia

<sup>27</sup> Algunas salvedades técnicas en esta interpretación: (i) por “mejores” se refiere a los más cortos; (ii) se hace referencia a las conexiones indirectas entre firmas que no se conectan directamente; y (iii) esto surge de tener en cuenta las vinculaciones direccionadas. Para una interpretación más acabada del coeficiente de intermediación volver a su definición en la sección de metodología.

del grafo  $(N, d)$  direccionado y no ponderado ( $d * d'$ ), y una de *authorities* a partir de su pre-multiplicación ( $d' * d$ )<sup>28</sup>. En las Figuras 5.a y 5.b se puede observar la representación de la red de conocimiento del clúster en términos de *hubs* y *authorities*, obviando las firmas aisladas y donde el tamaño de los nodos correspondientes a las diferentes firmas se basa en los autovectores descriptos. Como se puede observar hay firmas, como por ejemplo la N16 (en la parte inferior de las figuras), que desempeñan un rol relativo menor como *hubs* y como *authorities* al punto que su etiqueta casi no se puede distinguir, mientras que hay firmas, como N1 o N2 (al centro de las figuras), que desempeñan un rol relativo al resto mayor en ambos casos.

**Figuras 5 a y b. Representación de roles de “hubs” y de “authorities” de vinculación en el clúster**



Nota: una flecha desde la firma  $i$  a la  $j$  representa que  $i$  transfiere conocimiento a  $j$ . El diámetro de los nodos indica el autovalor de  $d * d'$  en el caso de *hubs* y de  $d' * d$  en el caso de *authorities*.

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Sin embargo, como es visible en este último ejemplo no es igual la posición relativa de las firmas N1 y N2 entre si como *hubs* que como *authorities*, lo cual lleva a interrogar, más allá de su posición relativa al resto, cuál es su vinculación de conocimiento neta (lo que aquí determinará la posición cognitiva). En particular, resulta interesante estudiar la posibilidad de que estas posiciones cognitivas estén asociadas con diferentes niveles de capacidad de absorción. Es decir, además de la asociación entre altos y bajos niveles de conectividad y altos y bajos niveles de capacidad de absorción respectivamente (Hipótesis 3.a), el interrogante aquí es si es más probable que firmas que poseen diferentes niveles de capacidad de absorción establezcan diferentes tipos de posiciones cognitivas dentro del sistema de conocimiento del clúster (Hipótesis 3.c).

En la Tabla 8 se presenta para cada una de las posiciones cognitivas la capacidad de absorción promedio de las firmas que las ocupan, identificando diferencias claras en la capacidad de absorción de las diferentes posiciones cognitivas. La menor capacidad de absorción se verifica en las firmas aisladas, y subiendo para las firmas que son fuentes en la vinculación de conocimiento neta, las que poseen un intercambio mutuo en la vinculación de conocimiento, y hasta la mayor capacidad de absorción en las firmas que son absorbentes en la vinculación de conocimiento neta. En particular,

<sup>28</sup> Notar que la intuición detrás este algoritmo: las diagonales principales de estas post y pre- multiplicaciones matriciales, cuando se aplican sobre las matrices de adyacencia de grafos direccionados y no ponderados, son los grados de vinculación saliente y entrante respectivamente.

la menor capacidad de absorción en las firmas aisladas sugiere la posibilidad de que exista un umbral a partir del cual la capacidad de absorción “habilita” la transferencia de conocimiento al interior del clúster. Por su parte que las firmas con mayor capacidad de absorción posean más vínculos entrantes que salientes sugiere una autoridad en las relaciones, donde las firmas con menor capacidad de absorción ocupan el lugar de proveedores de las firmas con mayor capacidad de absorción. En estos sectores de alta tecnología, esto puede vincularse a la mayor capacidad requerida para integrar que para desarrollar componentes específicos. En base a estos resultados es posible aceptar la Hipótesis 3.c, por su parte la identificación de firmas que poseen diferentes posiciones cognitivas permitirá más adelante establecer clasificaciones de firmas a partir de la combinación de este y otros resultados.

**Tabla 8. Capacidad de absorción y posiciones cognitivas de las firmas del clúster**

Posiciones cognitivas dentro del clúster	Capacidad de absorción Promedio
Absorbente (n=6)	0,33
firmas con un indicador de vinculación neta de conocimiento > 1	
Intercambio mutuo (n=7)	-0,01
firmas con un indicador de vinculación neta de conocimiento = 1	
Fuente (n=4)	-0,24
firmas con un indicador de vinculación neta de conocimiento < 1	
Aisladas (n=2)	-0,50
firmas sin vinculación de conocimiento intra-clúster	

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

#### 4.4 Comunidades intra-clúster y estructura del sistema de conocimiento

Con observar las representaciones del sistema de conocimiento del clúster en las Figuras 4, 5.a y 5.b, se puede identificar visualmente la existencia de un núcleo de firmas que se vinculan relativamente más entre ellas y la de otro conjunto de firmas “extra-núcleo” con menor conectividad entre sí. Por su parte, si existen subgrupos cognitivos con diferentes niveles de capacidad de absorción es esperable que al estar la capacidad de absorción asociada al nivel de vinculación de las firmas, existan subgrupos cognitivos de mayor y menor capacidad de absorción con mayor y menor conectividad respectivamente. La identificación de comunidades de nodos con estas características permitirá verificar si la estructura del sistema de conocimiento intra-clúster refleja la existencia de distintos subgrupos cognitivos (Hipótesis 4).

A partir de la utilización de algoritmos que permiten reconocer comunidades en función de la conexión entre los nodos, es posible identificar cómo se estructuran los vínculos al interior del sistema de conocimiento del clúster. Estas comunidades son subgrupos cognitivos conformados por firmas que mantienen más vínculos con otros miembros del mismo subgrupo que con miembros de otros subgrupos cognitivos. En particular, se han utilizado dos modelos diferentes que permiten separar a las firmas del clúster en comunidades de mayor y de menor conectividad: el primero es el *rich-core/periphery*, y el segundo es el *k-core*<sup>29</sup>. Aplicando estos modelos se pueden agrupar las firmas en comunidades y calcular la densidad de vínculos en los cuatro tipos de relaciones que surgen: (i) al interior del núcleo; (ii) desde el núcleo hacia el extra-núcleo; (iii) al interior del extra-núcleo; y (iv) desde el extra-núcleo al núcleo. También se podrá calcular la capacidad de absorción para el núcleo y para el extra-núcleo.

En la Tabla 9 se pueden observar los resultados de estos cálculos a partir de la aplicación del primer modelo, donde se denomina *rich-core* al núcleo y *periphery* al extra-núcleo. Por su parte, en la Tabla

<sup>29</sup> Ambos explicados en la metodología, donde también se pueden encontrar las referencias para más detalles.

10 se presentan los resultados para la aplicación del segundo modelo con una nucleosidad  $k=3$  donde se denomina *3-core* al núcleo y *Extra 3-core* al extra-núcleo. A su vez, en la Figura 6 se provee una representación gráfica del sistema de conocimiento del núcleo *3-core*.

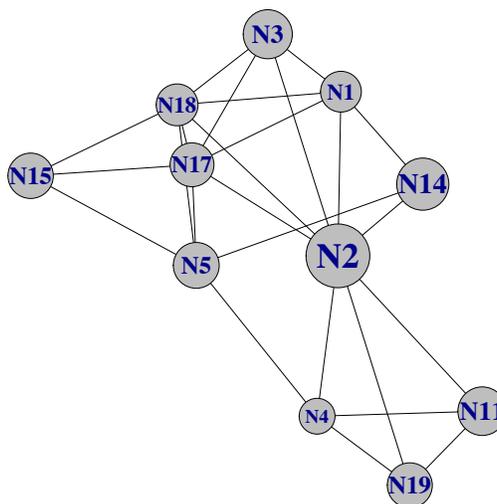
**Tabla 9. Modelo *rich-core*: densidad en los vínculos al interior y entre el núcleo y el extra-núcleo**

	Densidad		Capacidad de absorción promedio
	<i>Rich-core</i>	<i>Periphery</i>	
<i>Rich-core</i> (n=9)	0,375	0,133	0,54
<i>Periphery</i> (n=10)	0,078	0,044	-0,49

Nota: la densidad de la red es el total de vínculos existentes sobre la cantidad total de vínculos posibles, y en este caso se cuentan las transferencias de conocimiento no ponderadas desde las filas a las columnas.  
Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

En los resultados de ambos modelos se puede observar que existe una clara diferencia entre la capacidad de absorción del núcleo y la del extra-núcleo, y que la densidad en los vínculos de conocimiento dentro del primero es marcadamente mayor que dentro del segundo, verificando que la estructura del sistema de conocimiento intra-clúster refleja la existencia de distintos subgrupos cognitivos (Hipótesis 4). Por otra parte, se observa que los vínculos de conocimiento salientes desde el núcleo hacia el extra-núcleo son mayores que los vínculos entrantes al núcleo desde el extra-núcleo, identificando a las firmas del núcleo como fuentes netas de conocimiento para el extra-núcleo, lo que refleja la baja frecuencia con la cual en las entrevistas las firmas del núcleo se refirieron a las firmas del extra-núcleo como fuentes de conocimiento. En particular, en el primer modelo es notorio que la vinculación saliente al interior del extra-núcleo es incluso más débil que su vinculación saliente hacia el núcleo. La mayor densidad al interior del núcleo puede interpretarse como la mayor frecuencia con la que sus firmas se transfieren conocimiento entre ellas y la vinculación (i.e. a partir del grafo  $(N, u)$  no direccionado y no ponderado) puede observarse en la Figura 6 del *3-core*, donde cada una de las firmas posee al menos 3 vínculos con el resto de los miembros de la comunidad.

**Figura 6. Representación gráfica del sistema de conocimiento del núcleo *3-core* del clúster**



Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Nota: las conexiones son no direccionadas y surgen de la versión simétrica de la matriz de adyacencia. El diámetro de los nodos indica la capacidad de absorción de cada firma.

**Tabla 10. Modelo 3-core: densidad en los vínculos al interior y entre el núcleo y el extra-núcleo**

	Densidad		Capacidad de absorción promedio
	3-core	Extra 3-core	
3-core (n=11)	0,327	0,068	0,45
Extra 3-core (n=8)	0,045	0,071	-0,62

Nota: la densidad de la red es el total de vínculos existentes sobre la cantidad total de vínculos posibles, y en este caso se cuentan las transferencias de conocimiento no ponderadas desde las filas a las columnas.  
Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

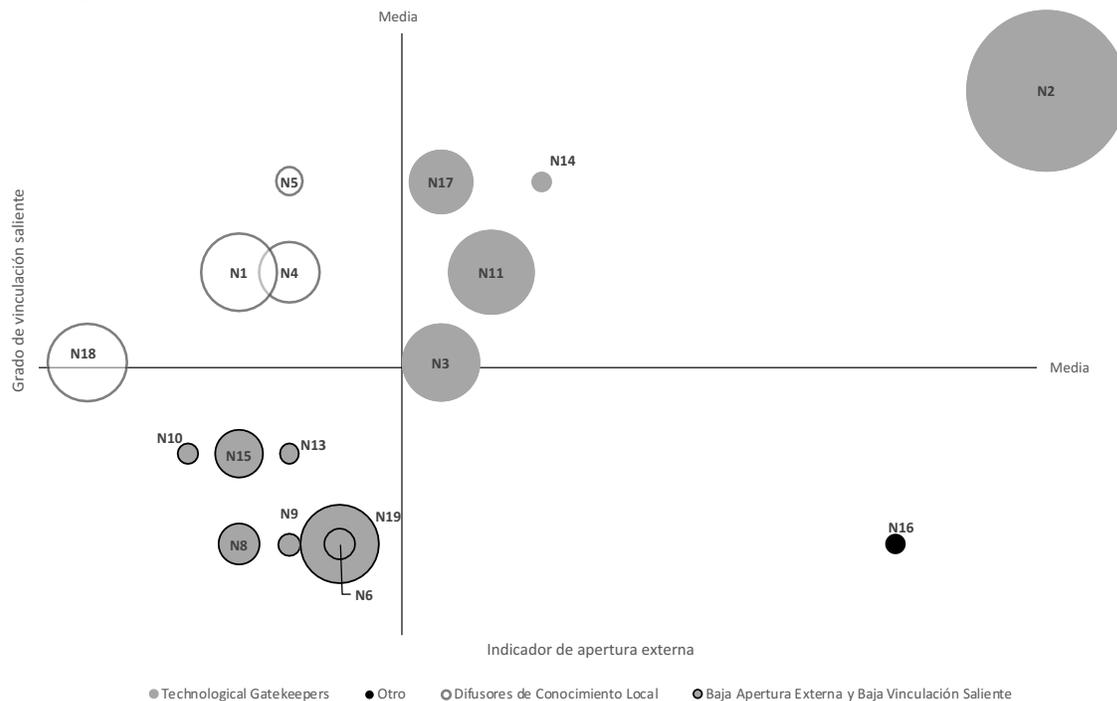
#### 4.5 Caracterización de los roles de las firmas en el sistema de conocimiento

En esta sección se caracterizará la función de las diferentes firmas en el sistema de conocimiento del clúster en roles cognitivos a partir de las diferentes métricas que se han evaluado a lo largo del trabajo. La primera caracterización es la más trivial y consta de las firmas que no intervienen en los patrones de comunicación de conocimiento del clúster.

**Aislados:** firmas que no mantienen vínculos de conocimiento ni saliente ni entrante al interior del clúster.

Esto no implica que ocupen un rol distinto en el clúster, ya sea productivo o incluso participando en intercambiando conocimiento a partir de un pago. Se recuerda que se ha definido en este trabajo a la transferencia de conocimiento como “la respuesta satisfactoria (según el receptor) a una consulta sobre un problema complejo que la firma busca resolver y por la cual no se realiza un pago” (ver Definición 2). El resto de las firmas fue ubicado en la Figura 7 en el plano de la vinculación saliente y la apertura externa, con el objetivo de ubicarlas en el marco de la relación entre la vinculación externa del clúster y el patrón de difusión interna de conocimiento. En esta los ejes están ubicados en las medias de las variables y el tamaño de los nodos es una transformación monótona positiva de la *eigenvector centrality* como medida de cuan bien vinculadas se encuentran las firmas.

**Figura 7. Posición de la firma en el plano de la apertura externa y la vinculación saliente.**



Nota: El diámetro de los nodos indica la medida de *eigenvector centrality* de las firmas.  
Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

En esta figura, a la derecha de la media del indicador de apertura externa se encuentran las firmas que relativamente poseen entradas de conocimiento de una mayor cantidad de fuentes de conocimiento externo, y arriba de la media del grado de vinculación saliente se encuentran las firmas que relativamente realizan transferencias de conocimiento a mayor cantidad de firmas en el clúster. Luego, del cuadrante superior derecho de la Figura 7 surge una clasificación directa, se trata de los *Technological Gatekeepers* cuyos potenciales efectos positivos a nivel local han sido tratados recurrentemente en la literatura (Allen, 1977; Rogers, 1983; Gambardella, 1993).

**Technological Gatekeepers (TG):** “firmas que tienen una posición central en la red en términos de transferencia de conocimiento a otras empresas locales [del clúster] y que también están fuertemente conectadas con fuentes externas [extra-clúster] de conocimiento” (Giuliani & Bell, 2005).

En el margen inferior derecho ha quedado aislada una sola firma que no se clasificará y su caso será mencionado como “otro”. En el cuadrante superior izquierdo se encuentran las firmas que si bien forman parte del grupo de firmas con una apertura externa relativa menor en el clúster, y por lo tanto poseen menor cantidad de vínculos entrantes desde fuentes extra-clúster de conocimiento, son del grupo de firmas que poseen un mayor grado de vinculación saliente. Es decir, que son firmas que se encuentran en el grupo que transfieren conocimiento a mayor cantidad de firmas del clúster.

**Difusores de conocimiento local (DCL):** firmas que tienen una posición central en la red en términos de transferencia de conocimiento a otras firmas del clúster, pero que están débilmente conectadas con fuentes extra-clúster de conocimiento.

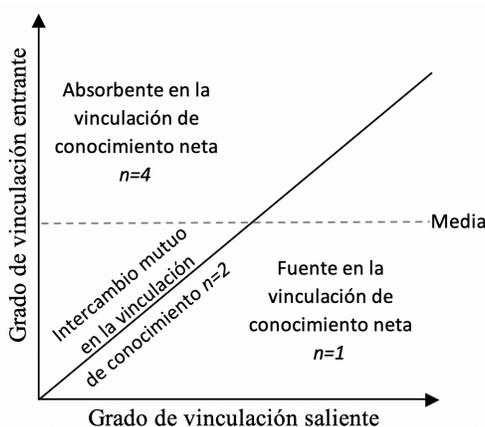
El tercer grupo que surge del plano de la Figura 7 es el de las firmas ubicadas en el cuadrante inferior izquierdo que poseen un desempeño relativo menor tanto en la difusión de conocimiento al interior como en su recepción desde el exterior. A estas firmas se las observará con mayor atención a partir de otras métricas, por el momento se las ha denominado firmas de

**Baja apertura externa y baja vinculación saliente (BAE-BVS):** firmas que ocupan una posición débil en la transferencia de conocimiento a otras firmas del clúster, pero también en su vinculación con fuentes extra-clúster de conocimiento.

Cuando se observan con más detalle, se trata de 7 firmas que ocupan distintas posiciones cognitivas en los términos en los cuales se estudio en la sección 4.3. En la Figura 8 se presenta un esquema para posicionar a las firmas de baja apertura externa y baja vinculación saliente (BAE-BVS) en el plano de la vinculación saliente y entrante con el objetivo de caracterizar sus posiciones cognitivas. En esta figura la diagonal con pendiente 1 que iguala los grados de vinculación saliente y entrante es la que separa a las firmas según su posición cognitiva. Como se puede observar en el esquema presentado en la Figura 8, hay 4 firmas que se encuentran a la izquierda de la diagonal actuando como “Absorbentes en la vinculación de conocimiento neta”. A esta subcategoría dentro de las BAE-BVS se las ha denominado:

**Abs:** firmas que ocupan un rol débil en la difusión al interior, y en la recepción desde fuentes extra-clúster, y que al interior del clúster reciben conocimiento de un conjunto mayor de firmas que a las que les aportan conocimiento.

**Figura 8. Posiciones cognitivas de las firmas con baja apertura externa y baja vinculación saliente**



Nota: la media marcada con la línea horizontal de guiones corresponde a la media del grado de vinculación entrante de todas las firmas no aisladas del clúster y no solo a las 7 posicionadas en este esquema.

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

De hecho las Abs poseen un grado de vinculación entrante mayor a la media (calculada para los valores de todas las firmas no aisladas del clúster). Sobre la diagonal se encuentran dos firmas que poseen un intercambio mutuo en la vinculación de conocimiento, al conjunto de estas firmas se las sub-clasificó como:

**Mutuo:** firmas que ocupan un rol débil en la difusión al interior y en la recepción desde fuentes extra-clúster, y que al interior del clúster reciben conocimiento de la misma cantidad de firmas a las que le transfieren conocimiento.

Las firmas bajo esta sub-clasificación son dos de las siete que ocupan esa misma posición cognitiva en todo el clúster. De hecho, estas dos firmas se encuentran incluso debajo de la media en el grado de vinculación entrante. Por último se ha establecido una última sub-clasificación dentro de BAE-BVS para la firma que dentro de ese grupo ocupa una posición cognitiva de fuente de conocimiento.

**Fuente:** firmas que ocupan un rol débil en la difusión al interior y en la recepción desde fuentes extra-clúster, y que al interior del clúster reciben conocimiento de un conjunto menor de firmas que a las que les aportan conocimiento.

En la Tabla 11 se presentan los valores de diferentes variables que se han utilizado en el análisis a lo largo de esta sección para cada una de las clasificaciones y sub-clasificaciones. Es interesante notar que todas las firmas que poseen una vinculación saliente mayor a la media (es decir los TG y las DLC) pertenecen tanto al *rich-core* como al *3-core*, mientras que la principal diferencia que se observa entre estos dos grupos de firmas es que la capacidad de absorción es marcadamente superior en el caso de los TG. Que las DLC posean menor capacidad de absorción que las TG, las cuales a su vez se vinculan más con fuentes extra-clúster de conocimiento coincide con la hipótesis estudiada en la sección 2.2 sobre la asociación positiva entre apertura externa y capacidad de absorción. Por su parte, entre estos dos grupos no se encuentran diferencias marcadas ni en el conocimiento saliente ni en el grado de vinculación entrante, aunque sí el valor del conocimiento intra-clúster recibido (i.e. grado de flujo entrante) por las TG es mayor que el recibido por las DLC. Por otro lado, aunque en el ratio de vínculos no parece haber diferencias entre ambas, la diferencia mencionada en los flujos entrantes parece manifestarse en el ratio de flujos: mientras las TG son firmas absorbentes en el flujo de conocimiento neto, las DLC actúan como “fuentes” en el flujo de conocimiento neto. Aunque, como se recordará, las posiciones cognitivas que se han construido en base a los vínculos (y no en base a los flujos), es de notar que el carácter de absorbentes y fuentes recién señalado

coincide con la mayor y menor capacidad de absorción como se ha estudiado en la sección 4.3 (ver Hipótesis 3.c). Aquí vale mencionar que la firma que se ha identificado en la sección 4.3 como referente, se encuentra dentro de la clasificación de TG.

Respecto de la Hipótesis 3.c, se observa que la misma relación que se probó entre la capacidad de absorción y las posiciones cognitivas de todas las firmas del clúster se reitera cuando solo se observan las firmas con baja apertura externa y baja vinculación saliente: las Abs poseen mayor capacidad de absorción promedio que las firmas dentro de Mutuo, las cuales a su vez poseen mayor capacidad de absorción promedio que la firma dentro la sub-clasificación Fuente.

**Tabla 11. Heterogeneidades en el sistema de conocimiento del clúster**

	n=	TG 5	DCL 4	Baja Apertura Externa y Baja Vinculación Saliente				
				Abs 4	Mutuo 2	Fuente 1	Aislados 2	Otro 1
Capacidad de Absorción		1,40	-0,54	-0,50	-0,60	-1,22	-0,50	0,56
Indicador de apertura externa		10,00	2,75	4,00	4,00	2,00	4,50	16,00
Posiciones cognitivas intra-clúster								
- Conocimiento saliente								
Grado de vinculación saliente		4,6	4,0	1,5	1,0	2,0	NA	1,0
Grado de flujo saliente		7,0	7,3	3,3	2,5	3,0	NA	1,0
- Conocimiento entrante								
Grado de vinculación entrante		4,0	3,5	3,0	1,0	1,0	NA	1,0
Grado de flujo entrante		7,8	4,3	5,5	2,0	1,0	NA	3,0
- Ratio de vínculos y flujos								
Ratio de vínculos		0,87	0,94	2,25	1,00	0,50	NA	1
Ratio de flujos		1,09	0,70	2,08	0,83	0,33	NA	3
Posiciones de centralidad								
- % de pertenencia al <i>rich-core</i>		100%	100%	0%	0%	0%	NA	0%
- % de pertenencia al <i>3-core</i>		100%	100%	50%	0%	0%	NA	0%
- Indicador de intermediación		35	35	11	0	0	NA	0
- <i>Eigenvector centrality</i>		0,53	0,44	0,24	0,23	0,04	NA	0,004

Fuente: en base a datos recolectados en entrevistas.

Por su parte, si se observan las medidas de centralidad, aunque la misma evaluada a partir del indicador de intermediación no varía entre las TG y las DCL, sí se observa una diferencia en su vinculación medida por asociatividad (*eigenvector centrality*), la cual es menor para las firmas con menor apertura externa. A su vez, esta medida, que permite tener una métrica con menores saltos discretos que el indicador de intermediación, vuelve a bajar a medida que las firmas poseen menor grado de vinculación entrante. De hecho, si se observan las firmas del cuadrante izquierdo de la Figura 7, se puede ver que las que poseen menor capacidad de absorción revisten menor *eigenvector centrality*, esto es: la *eigenvector centrality* es mayor para las Abs que para las Mutuo, las cuales poseen un mejor indicador de centralidad que las Fuente, lo cual sugiere nuevamente si observamos las diferencias en las respectivas capacidades de absorción, una asociación entre esta y el nivel de vinculación que poseen.

## 5. Conclusiones

En este trabajo se denominó clúster de firmas de alta tecnología de Bariloche (clúster) al conjunto de firmas, activas en julio de 2018, que realiza en la ciudad de San Carlos de Bariloche actividades de base tecnológica asociadas a una o más de las áreas aeroespacial, nuclear y radar. Los resultados identifican aspectos concretos sobre el sistema de conocimiento de un clúster, que probablemente

sea el de mayor importancia tecnológica en el país, a partir de información sobre stocks, esfuerzos y transferencia de conocimiento de las firmas que forman parte del mismo. La utilización de un enfoque metodológico novedoso que incorpora resultados de encuestas, herramientas estadísticas y de teoría de grafos ha mostrado no solo ser un instrumental poderoso para estudiar el sistema de conocimiento de un conjunto reducido de empresas, sino también lo suficientemente genérico para poder ser aplicado en otros casos de estudio. Aunque los hallazgos arrojan indicios interesantes sobre posibles mecanismos causales, los aportes en este sentido poseen las limitaciones propias de un caso de estudio.

Al trabajar sobre un conjunto de firmas que realizan actividades en áreas tecnológicas vinculadas, se ha podido identificar que las firmas que se dedican a una mayor cantidad de áreas de alta tecnología poseen en promedio mayor capacidad de absorción (la cual se define a partir de variables asociadas a los RRHH, las actividades de capacitación y la intensidad y naturaleza de las actividades de innovación). Asimismo, la capacidad de absorción promedio de las firmas que se dedican al área nuclear es mayor a la de las firmas que trabajan en otras áreas. En primer lugar, en términos de stock y esfuerzo en la generación de conocimiento estas firmas se han identificado como las de mayor valor en el clúster, aunque esto no implica una contribución al sistema de conocimiento en tanto no se tenga en cuenta la vinculación entre las firmas. En segundo lugar, siendo que estos resultados no asumen causalidad, abren la puerta a futuras investigaciones que puedan identificar la relación de causalidad entre las competencias tecnológicas compartidas entre las distintas áreas, que sí ha estudiado la literatura, y la capacidad de absorción de las firmas.

Yendo a las vinculaciones de conocimiento, en este trabajo se han definido como la respuesta satisfactoria a un problema complejo que una organización busca resolver y por el cual no se realiza un pago. Los resultados muestran que en el interior del sistema de conocimiento del clúster las firmas con mejores patrones de comunicación interna evidencian mayor capacidad de absorción que las que poseen un desempeño relativo menor en la comunicación intra-clúster.

En particular son interesantes las implicancias de identificar el rol sistémico de la firma con mayor capacidad de absorción, que es la firma que al analizar la trama productiva del ecosistema habitualmente ha sido identificada por la literatura como referente. El enfoque metodológico adoptado ha permitido distinguir varios aspectos objetivos en los cuales esta firma cumple un rol como referente en el sistema de conocimiento, no solo siendo aquella que exhibe mayor capacidad de absorción, si no también la que más vínculos internos de conocimiento (tanto totales, como entrantes y salientes) posee. Adicionalmente, es la que tiene vecinos con mayor conectividad y la que se encuentra en medio de la mayor cantidad de conexiones indirectas entre las firmas.

Estos hallazgos no son relevantes por identificar a la firma referente, si no por establecer que una de las razones por las que es referente es que no está aislada, y que más allá de ser la mayor difusora local, es la que más se nutre del ecosistema. De hecho, los resultados arrojan que la firma ocupa una posición cognitiva como “absorbente” en la vinculación de conocimiento neta. Este punto viene a complementar la literatura que estudia al ecosistema principalmente en lo productivo y muchas veces resumiéndolo en esta firma, obviando: (i) la importancia de su integración a un sistema de conocimiento compuesto por otras que la nutren; y (ii) que una de las razones por la cual está bien conectada es porque posee vecinas que están bien conectadas, contribuyendo a su mayor nivel de vinculación con el sistema de conocimiento a la vez que potencia el impacto sistémico de los aportes de conocimiento. Otro rol relevante es que esta firma es la que se conecta con la mayor cantidad de fuentes de conocimiento fuera del clúster, es la que más vínculos posee con universidades e instituciones de I+D en el extranjero y la única que, además de recibir, también transfiere conocimiento a este tipo de instituciones.

En esta línea, los resultados han mostrado que las firmas del clúster con mayor capacidad de absorción han mostrado ser aquellas que establecen mayor cantidad de vínculos entrantes con fuentes extra-clúster de conocimiento. De hecho, se ha podido identificar al clúster como un sistema de conocimiento abierto donde la mayoría de las firmas participa en la transferencia de conocimiento con empresas, universidades e instituciones de I+D externas al clúster, ya sea transfiriendo o recibiendo conocimiento. Estas *pipelines* son fundamentales para la vida del sistema de conocimiento del clúster, ya que acortan la distancia con la frontera, evitando que dependa exclusivamente de su propia generación de conocimiento, algo fundamental cuando los ecosistemas se encuentran lejos de los *hubs* globales. En cuanto al tipo de actores externos, se ha relevado que son muy pocas las firmas del clúster que mantienen este tipo de vínculos fuera de la Argentina; en particular, como se ha dicho, solo la firma referente ha declarado transferir conocimiento a universidades o instituciones de I+D fuera del país.

La capacidad de absorción parece no solo estar asociada con la cantidad de firmas con las cuales se intercambia conocimiento, sino también con las posiciones cognitivas en el sistema de conocimiento. Los resultados sugieren la existencia de un umbral a partir del cual la capacidad de absorción “habilita” la transferencia de conocimiento al interior del clúster. También reflejan la posibilidad de que las firmas con diferente capacidad de absorción establezcan distintas posiciones cognitivas, en términos de si reciben conocimiento de mayor o menor cantidad de firmas que a las que les transfieren, reflejando jerarquías entre ellas. La aplicación de dos algoritmos diferentes sobre los atributos de vinculación de las firmas ha permitido identificar, de manera conceptualmente análoga a lo que ha hecho la literatura sobre tramas productivas, firmas que actúan en y con un núcleo por un lado, y otras en y con la periferia. Al respecto se ha verificado que el sistema de conocimiento del clúster se encuentra estructurado en subgrupos cognitivos de diferente capacidad de absorción, que se pueden distinguir en una comunidad central con una alta densidad en la transferencia de conocimiento entre sus integrantes y una comunidad periférica de firmas con menor capacidad de absorción, que poseen poca vinculación entre sí y con la propia comunidad central de firmas.

Dentro de la comunidad central se han identificado dos conjuntos de firmas: aquellas que responden a la categoría ya estudiada por la literatura de *Technological Gatekeepers*, donde se incluye la firma referente ya mencionada, y otro grupo de firmas que, aunque ocupan un rol menos central en su conectividad con fuentes de conocimiento extra-clúster, son centrales en la difusión de conocimiento local. En roles de menor centralidad en cuanto a la difusión de conocimiento al interior del clúster se han identificado otras firmas que se diferencian entre sí por las posiciones cognitivas que toman y su capacidad de absorción, manteniendo la misma relación entre dimensiones que cuando se consideran todas las firmas del clúster.

## 6. Bibliografía

- Allen, T. J. (1977). *Managing the Flow of Technology: Technology Transfer and the Dissemination of Technological Information within the R&D Organization*. MIT Press.
- Batagelj, V., & Zaversnik, M. (2002). An O(m) Algorithm for Cores Decomposition of Networks, Vol. 40. *University of Ljubljana, preprint series*, 798-806.
- Bathelt, H., Malmberg, A., & Maskell, P. (2004). Clusters and knowledge: local buzz, global pipelines and the process of knowledge creation. *Progress in human geography*, 28(1), 31-56.
- Bell, A., & Albu, M. (1999). Knowledge systems and technological dynamism in industrial clusters in developing countries. *World Development* 27, 9, 1715-1734.
- Bisang, R., Novick, M., Sztulwark, S., & Yoguel, G. (2005). Las redes de producción y el empleo: elementos básicos para la formulación de políticas públicas. En M. Casalet, M. Cimoli, & G. (Yoguel, *Redes, jerarquías y dinámicas productivas*. Buenos Aires: FLACSO.
- Bittencourt, P. F., & Giglio, R. (2013). An empirical analysis of technology absorption capacity of the Brazilian industry. *CEPAL review*.
- Blinder, D. (2016). Argentina en el espacio: Política internacional en relación a la política tecnológica y el desarrollo industrial. *Revista de Relaciones Internacionales, Estrategia y seguridad*, 12 (1), 159-183.
- Blinder, D., & Hurtado, D. (2019). Satélites, territorio y cultura: ARSAT y la geopolítica popular. *Revista transporte y territorio* (21), 6-27.
- Borgatti, S. P., & Everett, M. G. (1999). Models of core/periphery structures. *Social Networks* 21, 375–395.
- Caloghirou, Y., Kastelli, I., & Tsakanikas, A. (2004). Internal capabilities and external knowledge sources: complements or substitutes for innovative performance? *Technovation*, 24(1), 29-39.
- Carter, A. P. (1989). Knowhow trading as economic exchange. *Research Policy*, 18(3), 155-163.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1989). Innovation and learning: the two faces of R&D. *The Economic Journal* 99, 569–596.
- Cohen, W. M., & Levinthal, D. A. (1990). Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation. *Administrative Science Quarterly* 35, 128–153.
- Cohen, W., & Levinthal, D. (1994). Fortune favors the prepared firm. *Management Science*, 40, 227-251.
- Dahlman, C., & Nelson, R. (1995). Social absorption capability, national innovation systems and economic development. En B. Koo, & D. Perkins (Eds.), *Social Capability and Long-term Economic Growth* (págs. 82-122). London: Macmillan.
- Escribano, A., Fosfuri, A., & Tribó, J. A. (2009). Managing external knowledge flows: The moderating role of absorptive capacity. *Research policy*, 38(1), 96-105.
- Gambardella, A. (1993). Innovazioni tecnologiche e accumulazione delle conoscenze: quale modello per le piccole e medie imprese negli anni '90? . *Piccola Impresa/Small Business* 2, 73-89.
- García, M. C., Lugones, M., & Reising, A. M. (2007). El sector nuclear en Argentina: tramas productivas y desarrollo tecnológico. *Selección de trabajos de las XVII jornadas de epistemología e historia de la ciencia, UNC*, 13, 212-218.
- Giuliani, E., & Bell, M. (2005). The Micro-Determinants of Meso-Level Learning and Innovation: Evidence from a Chilean Wine Cluster. *Research Policy*, 34(1), 47-68.
- Grobocopatel, M. O. (11 de mayo de 2016). *Caso INVAP*. Recuperado el 27 de 7 de 2020, de Repositorio Digital San Andrés: <http://hdl.handle.net/10908/12099>

- Hayton, J. C., & Zahra, S. A. (2005). Venture team human capital and absorptive capacity in high technology new ventures. *International Journal of Technology Management*, 31(3-4), 256-274.
- Hurtado, D. (2012). Cultura tecnológico-política sectorial en contexto semiperiférico: el desarrollo nuclear en la Argentina (1945-1994). *Revista iberoamericana de ciencia, tecnología y sociedad*, 7(21), 163-192.
- Jackson, M. O. (2010). *Social and economic networks*. Princeton university press.
- Keller, W. (1996). Absorptive capacity: On the creation and acquisition of technology in developmen. *Journal of development economics* 49(1), 199-227.
- Kim, L. (1999). Building technological capability for industrialization: analytical frameworks and Korea's experience. *Industrial and corporate change*, 8(1), 111-136.
- Kleinberg, J. M. (1999). Authoritative sources in a hyperlinked environment. *Journal of the ACM (JACM)*, 46(5), 604-632.
- López Dávalos, A., & Badino, N. (1994). *Antecedentes históricos del Instituto Balseiro*. Recuperado el 7 de noviembre de 2019, de Instituto Balseiro: <https://www.ib.edu.ar/instituto-balseiro/antecedentes-del-ib.html>
- López, A., Pascuini, P., & Ramos, A. (2017). Al infinito y más allá: una exploración sobre la economía del espacio en la Argentina. *Serie Documentos de Trabajo del IIEP N°17*, 1-61.
- López, A., Pascuini, P., & Ramos, A. (2018). Climbing the Space Technology Ladder in the South: the case of Argentina. *Space Policy*, 46, 53-63.
- Lugones, G., & Lugones, M. (2004). Bariloche y su grupo de empresas intensivas en conocimiento: realidades y perspectivas. *Documento de trabajo, Centro Redes (17)*.
- Lund Vinding, A. (2006). Absorptive capacity and innovative performance: A human capital approach. *Economics of innovation and New Technology*, 15(4-5), 507-517.
- Lundvall, B. (1992). *National Systems of Innovation. Towards a Theory of Innovation and Interactive Learning*. London: Printer.
- Ma, A., & Mondragón, R. (2015). Rich-cores in networks. *PloS one*, 10(3), e0119678.
- Mowery, D., & Oxley, J. (1995). Inward technology transfer and competitiveness: the role of national innovation systems. *Cambridge journal of economics* 19(1), 67-93.
- Quilici, D. (2008). Desarrollo de proveedores para la industria nuclear argentina: Visión desde las centrales nucleares. *H-industri@ (2)*, 1-24.
- Quiroga, J. M. (2019). Producción nacional de radares: expresión de una soberanía tecnológica posible. *Ciencia, tecnología y política (2)*, 1-10.
- Quiroga, J. M. (en prensa). Capacidades dinámicas en la producción de bienes intensivos en conocimiento. El caso del desarrollo de radares en Aregentina (2003-2015). *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*.
- Quiroga, J. M., & Aguiar, D. (2016). Abriendo la "caja negra" del radar. Las políticas de radarización para uso civil y de defensa en Argentina entre 1948 y 2004. *H-industri@*, 10(19), 71-100.
- Rogers, E. M. (1983). *Diffusion of Innovations, third ed.* New York: The Free Press.
- Seijo, G. L., & Cantero, J. H. (2012). ¿Cómo hacer un satélite espacial a partir de un reactor nuclear? Elogio de las tecnologías de investigación en INVAP. *Redes*, 18(35), 13-44.
- Terrera, A. (2017). *Argentina y sus oportunidades en la industria espacial a partir de la construcción y lanzamiento de una flota de satélites geoestacionarios de telecomunicaciones*. Recuperado el 27 de 7 de 2020, de Repositorio Digital San Andrés: <http://hdl.handle.net/10908/16877>
- Visser, E. J. (1996). Local sources of competitiveness: Spatial clustering and organisational dynamics in small-scale clothing in Lima, Peru. *Tinbergen Institute Ph.D Thesis*.

Yoguel, G. (. (2002). Conocimiento y competitividad: tramas productivas y comercio exterior. *Colección investigación, Serie informas de investigación 14.*

## 7. Anexos

### 7.1 Anexo A: Cuestionario estructurado para las entrevistas a firmas del clúster

**Declaración de confidencialidad.** La información que proporciona en este cuestionario es altamente confidencial. Después de que los datos se hagan anónimos con respecto al encuestado, los cuestionarios originales se destruirán para preservar la privacidad.

**Alta tecnología:** se consideran áreas de alta tecnología exclusivamente a las áreas nuclear, aeroespacial y radares.

**Clúster de Firmas de Alta Tecnología de Bariloche:** se consideran aquellas firmas activas que realizan actividades en San Carlos de Bariloche asociadas a al menos alguna de las siguientes áreas: satelital, radares y nuclear. Ver roster 1.

#### A. INFORMACIÓN GENERAL:

1. Nombre de la firma:
2. Nombre del entrevistado:
3. Papel/puesto del entrevistado dentro de la firma:
4. Año de fundación:
5. Año de cualquier cambio relevante posterior (fusiones o adquisiciones):
6. Sectores de alta tecnología a los cuales se vinculan sus actividades:
  - a. Radar
  - b. Nuclear
  - c. Aeroespacial
  - d. Otras:
7. Destino de los bienes y servicios de alta tecnología (como % del total):
  - a. Vendidos a miembros del clúster
  - b. Vendidos a individuos/entidades que no pertenecen al clúster
8. Número de empleados de la firma:

#### B. CAPACIDADES DE ABSORCIÓN:

**B1.** Número de empleados técnicos por nivel de educación (universitario, posgrado/maestría, doctorado) en disciplinas técnicas:

- a. Título universitario (no terciario) de grado (se deben incluir también aquellos empleados que posean también un título de mayor nivel). Cantidad de empleados:
- b. Maestría/posgrado (se deben incluir también aquellos empleados que posean también un título de mayor nivel). Cantidad de empleados:
- c. Doctorado. Cantidad de empleados:

**B2.** ¿En cuántas actividades de capacitación vinculadas a áreas que permitan introducir mejoras/innovaciones en su firma (ver definición) participaron los empleados de la firma en el último año?

- a. Ninguna
- b. Al menos una.
- c. Más de una
- d. Más de una, pero al menos una de ellas en el extranjero

Definición. Capacitación para introducir innovaciones: *será considerada una actividad de innovación siempre y cuando no signifique capacitar a nuevos trabajadores en métodos, procesos o técnicas ya existentes en la firma. Esta puede ser capacitación interna o externa del personal.*

**B3.** ¿Cuántos de sus empleados se encuentran dedicados a tareas vinculadas a desarrollar mejoras o innovaciones a ser empleadas por su firma?

**B4.1.** Durante los últimos 2 años, ¿ha llevado a cabo alguna forma de I+D de manera individual o conjunta?

- a. Sí.
- b. No.
- c. No sabe.

**B4.2.** ¿En cuántos proyectos de I+D con instituciones de investigación científica (universidades, institutos de investigación, etc.) ha participado la firma durante los últimos dos años?

- a. 0.
- b. 1.
- c. Más de 1.

### **C. CONEXIONES INTRA-CLÚSTER:**

Estas preguntas abordan específicamente la resolución de problemas y la asistencia técnica, debido a que implican esfuerzos en producir mejoras y cambios dentro de las actividades de una firma. Se pretende ir más allá de la mera transferencia de información, cuyo acceso pudiera ser fácilmente alcanzado a través de otros canales (e.g. servicios de consultoría comercializables, acceso mediante Internet, etc.). En lugar de eso, el interés aquí es investigar si los stocks locales de conocimiento complejo no son solamente accesibles sino también eventualmente absorbidos por firmas del clúster. En consecuencia, el conocimiento transferido es normalmente la respuesta a una consulta sobre un problema complejo que la firma busca resolver.

**C1.** (Utilizar *roster* 1 columna C1) Si se encuentra en una situación crítica y necesita asesoramiento técnico, ¿a cuál de las firmas locales mencionadas en la lista recurre?<sup>30</sup>

[Por favor califique la importancia que atribuye al vínculo de conocimiento establecido con cada una de las firmas de acuerdo con su persistencia y calidad, sobre la base de la siguiente escala: 0 = ninguna; 1 = bajo; 2 = medio; 3 = alto].

**C2.** (Utilizar *roster* 1 columna C2) ¿Cuál de las siguientes firmas cree que se ha beneficiado del soporte técnico de su firma?<sup>31</sup>

[Por favor califique la importancia que atribuye al vínculo de conocimiento establecido con cada una de las firmas de acuerdo con su persistencia y calidad, sobre la base de la siguiente escala: 0 = ninguna; 1 = bajo; 2 = medio; 3 = alto].

---

<sup>30</sup> Se proporcionó una lista con los nombres de todas las firmas en el clúster y la posibilidad de indicar en cada una un valor de 0 a 3.

<sup>31</sup> Se proporcionó una lista con los nombres de todas las firmas en el clúster y la posibilidad de indicar en cada una un valor de 0 a 3.



**Roster 2. Fuentes de conocimiento extra-clúster.**

<b>Institución</b>	<b>D1</b>	<b>D2</b>
Universidad Nacional de Río Negro		
Instituto Balseiro		
CNEA (Comisión Nacional de Energía Atómica)		
CONAE (Comisión Nacional de Actividades Espaciales)		
Fab Lab Bariloche - Laboratorio de Fabricación Digital		
INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria)		
INTI (Instituto Nacional de Tecnología Industrial)		
Universidad Nacional del Comahue		
DTCM (Departamento de Tecnología de Materiales Compuestas de la CNEA)		
GEMA (Grupo de Ensayos Mecánicos Aplicados de la Universidad Nacional de La Plata)		
IAR (Instituto Argentino de Radioastronomía)		
NOITEC S.A.		
SADE Electromecánica S.A.		
ASEMBLI S.A.		
SETEAR S.A.		
SIM&TEC S.A.		
Microsoft Argentina SA		
Amazon Web Services Argentina SRL		
Google Infraestructura Argentina SRL		
Otras 1		
Otras 2		
Otras 3		
Otras 4		
Otras 5		
Otras 6		
Otras 7		

## 7.2 Anexo B: Apertura externa y experimentación conjunta

Una de las cuatro componentes de la capacidad de absorción de las firmas ha sido una métrica basada en sus respuestas a las preguntas B4.1 y B4.2 de la sección B del cuestionario (ver Anexo A). Sin embargo, no se han tomado en cuenta las respuestas que eligieron la opción c en la pregunta B4.2. Si se conformara una variable que sí tiene en cuenta esa respuesta, tal qué:

$$CA40 = \begin{cases} + 1, & \text{realizó al menos una, 0 CC} \\ + 1, & \text{proyecto de I + D con alguna institución científica} \\ + 1, & \text{más de un proyecto de I + D con alguna institución científica} \end{cases}$$

Luego, la variable CA40 tomaría valores de 0 a 3 en cada caso, mientras que la variable utilizada CA41 toma valores entre 0 y 2. En ambos casos la diferencia entre  $CA4i = 1$  y  $CA4i > 1$  (con  $i = 0, 1$ ) depende necesariamente de que la firma efectivamente posea algún vínculo con entidades no pertenecientes al clúster<sup>34</sup>, recordar que en el clúster no participan instituciones de investigación científica. Sin embargo, esto no depende de cuántos vínculos externos posea, es decir que no afecta el margen intensivo del indicador de apertura externa  $k_i^e$ . El problema es que el hecho de que la variable CA40 tome el valor 3 en lugar de 2 cuando se participa en más de un proyecto de I+D con instituciones de investigación científica (no se preguntó con quién) probablemente implique se se haya señalado un vínculo externo adicional, señalando un problema de endogeneidad entre las variables. Esto puede observarse al ver como se reduce la correlación entre el indicador de apertura externa  $k_i^e$  y la variable CA40 versus CA41 en la Tabla 12 a continuación. Para reducir este problema de endogeneidad se optó por descartar las respuestas “c” a la pregunta B4.2 de la sección B del formulario en el Anexo A, y por tanto utilizar la variable CA41 en lugar de la CA40.

**Tabla 12. Correlación entre el indicador de apertura externa  $k_i^e$  y CA40 y CA41**

	$k_i^e$	CA40	CA41
$k_i^e$	1,00	0,53	0,43
CA40	0,53	1,00	0,90
CA41	0,43	0,90	1,00

Fuente: elaboración propia en base a entrevistas.

<sup>34</sup> Por cierto, salvo una, todas las firmas relevadas declararon poseer vínculos externos.