

Antecedentes para el Diseño del Programa de Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de Uso Compartido

Documento de Trabajo N° 13
Departamento de Estudios y Planificación Estratégica de CONICYT Unidad de
Estudios Septiembre 2009



**Antecedentes para el Diseño del Programa de Centros de
Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico
Mayor de Uso Compartido**

Documento de Trabajo N° 13

**Departamento de Estudios y Planificación Estratégica
Unidad de Estudios**

CONICYT

Septiembre de 2009

Resumen Ejecutivo

El presente documento describe los procesos y actividades efectuadas por el Departamento de Estudios y Planificación Estratégica, el Programa de Investigación Asociativa (PIA), ambos de Conicyt, y la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a fin de recopilar y analizar antecedentes que apoyen la toma de decisiones en la definición de las principales características que debe tener el Primer Concurso de Equipamiento Mayor en Áreas Prioritarias anunciado por S.E. la presidenta de la República Michelle Bachellet Jeria en el discurso del 21 de mayo de 2008. Se presentan sintetizadas las distintas fuentes primarias y secundarias de información de las cuales se extrajeron antecedentes que apoyaron la definición de las principales características del mencionado concurso.

Como fuente primaria de información se realizó un sondeo a través de entrevistas con algunos stakeholders relevantes en temas de investigación científica y tecnológica a nivel nacional, a modo de apoyar la identificación de las necesidades de equipamiento científico que existe hoy en día en el país desde el lado de la demanda. Así, se consultó a directores, gerentes e investigadores principales de Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia, Centros Regionales de Investigación Científica, Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación e Instituciones privadas de Investigación. Esta consulta permitió identificar una primera lista tentativa de iniciativas necesarias para el país con alto grado de consenso, las que podían constituir un núcleo de focalización en este primer concurso piloto.

A su vez, se realizó un cruce de estas iniciativas con algunas prioridades identificadas por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, CNIC, referentes a equipamiento científico necesario para potenciar la investigación científica en los clusters prioritarios para el país. En virtud de las necesidades detectadas por ambas instancias, se definió la focalización que tendrá el primer Concurso Nacional de Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de uso Compartido en la siguientes cuatro iniciativas: Centro de Servicios Computacionales de Alta Capacidad, Bioterio, Centro de Microscopía Avanzada, y Centro Servicios de Génómica y Proteómica.

Como fuentes secundarias de información se presentan las principales ideas contenidas en tres documentos que fueron fundamentales en la creación del Concurso: 'Diagnóstico y Recomendaciones para Equipamiento Mayor Científico y Tecnológico', estudio encargado por el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de CONICYT, a la Universidad Católica del Norte el año 2005; 'Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena, 2005' publicado por la Academia Chilena de Ciencias; y 'Planteamientos sobre Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación' publicado por el Consejo de Rectores el año 2008.

Además, se analizan algunas experiencias recientes en el tema de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor, a través de evidencia nacional e internacional en dos

ámbitos: Casos de programas gubernamentales de apoyo al equipamiento mayor, y Casos de instituciones que han implementado programas de equipamiento asociativo.

El primer grupo de casos busca analizar diversos programas de gobierno que se han presentado para la creación y el desarrollo de los instrumentos de apoyo a la adquisición de Equipamiento Mayor, recabando de esta manera antecedentes de interés para la creación de una política nacional en el tema. Los casos tomados para el análisis corresponden a los desarrollados en Australia, Estados Unidos, España, Francia y Canadá, y consisten en programas estatales para el desarrollo de la investigación y la adquisición de equipamiento científico y tecnológico.

El segundo grupo de casos, rescata algunas de las principales características de operación de los diferentes programas asociativos o multiusuarios de equipamiento en instituciones específicas, y se presentan tanto a nivel nacional e internacional. Esta revisión de casos en que el uso asociativo de equipamiento está ya en funcionamiento, permite analizar la forma de operación de dichos programas. Se consideraron cuatro casos, de los cuales tres son extranjeros (todos de España) y uno es chileno.

Un segundo caso chileno de interés, dada su relevancia, se estudia en mayor detalle. Es el caso de LabMET, un laboratorio de microscopía electrónica chileno, que presenta muchas características de interés para el desarrollo del programa de equipamiento científico que se desea implementar. El estudio del caso LabMET permitió recopilar valiosa información de operación y del modelo de uso y prestación de servicios científicos y tecnológicos a terceros.

De los procesos y actividades llevadas a cabo se obtuvieron diversas ideas, sugerencias y recomendaciones para la definición de las características que debiese tener el concurso. Muchas de estas recomendaciones fueron recabadas en más de una instancia, pues se observó un amplio consenso entre las distintas fuentes primarias y secundarias de información, en cuanto a las características que debiese tener el mencionado programa, buena parte de las cuales quedaron plasmadas en las bases del Concurso.

Índice

I. Introducción.....	7
II. Antecedentes	9
II.1. 'Diagnóstico y Recomendaciones para Equipamiento Mayor Científico y Tecnológico'. Universidad Católica del Norte, 2005 (Estudio encargado por el Programa Bicentenario de Ciencia y tecnología de CONICYT).....	9
II.2. 'Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005'. Academia Chilena de Ciencias.....	14
II.3. 'Planteamientos sobre Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación', Consejo de Rectores Universidades Chilenas, año 2008.....	14
II.4. Conclusiones y recomendaciones.	16
III. Estudio de casos de Equipamiento Científico y tecnológico.....	18
III.1. Casos de Programas Gubernamentales de Apoyo a la adquisición de Equipamiento Mayor.....	18
III.2. Casos de Universidades que han implementado Programas de Equipamiento de uso Asociativo.	26
III.3. Conclusiones y recomendaciones.....	30
IV. Caso de Estudio LabMET	32
IV.1. Antecedentes	32
IV.2. El Laboratorio.....	32
IV.3. Utilización de LabMET	33
IV.4. Entrevista con LabMET.....	34
IV.5. Conclusiones y recomendaciones.....	36
V. Identificación de Áreas Prioritarias	38
V.1. Resultado de Consultas a Stakeholders Nacionales en I+D.	38
V.2. Recomendaciones del CNIC.....	41
V.3. Conclusiones y recomendaciones	42
VI. Conclusiones Finales	45
ANEXO 1.....	48
ANEXO 2.....	50

I. Introducción

En el marco de la Estrategia Nacional de Innovación, el Gobierno de Chile ha decidido impulsar el desarrollo de la Ciencia y la Tecnología, entendiendo a éstas como factor fundamental para potenciar el desarrollo del país.

Con el fin de impulsar un adecuado desarrollo y fortalecimiento de la Base Científica y Tecnológica, es necesario aumentar la infraestructura y los servicios tecnológicos para mejorar las capacidades de I+D+i. Chile, en concordancia con este planteamiento, ha desarrollado algunas iniciativas orientadas a financiar la instalación de infraestructura de equipamiento científico tecnológico dentro de las instituciones de I+D+i. Sin embargo, se estima necesario avanzar en cubrir las brechas de servicios tecnológicos que aún persisten en el escenario nacional, especialmente en aquellas disciplinas que brinden apoyo a los sectores económicos que liderarán el crecimiento del país en los próximos años.

En este sentido, tanto el Consejo de Rectores de Universidades Chilenas como la Academia Chilena de Ciencias, coinciden en la necesidad de adquirir infraestructura y equipamiento de mayor complejidad para conducir a la investigación chilena hacia la frontera del conocimiento.

Así mismo, S.E. la Presidenta de la República, Sra. Michelle Bachelet Jeria, señaló en su discurso del 21 de mayo del año 2008 su voluntad de implementar un *“Programa de Equipamiento Científico en Áreas Prioritarias”*, constituyendo una de las actividades del Plan de Acción del Comité de Ministros para la Innovación.

Asumiendo este compromiso, la **Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica, CONICYT**, en conjunto con el **Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción**, han trabajado conjuntamente en el diseño del *“Primer Concurso Nacional de Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de uso Compartido, año 2010”*, el cual tendrá el carácter de experiencia piloto.

El presente documento describe los procedimientos y actividades realizadas, y contiene la información recopilada, que sirvieron de antecedentes para la elaboración de las bases del concurso. Se presentan sintetizadas las distintas fuentes primarias y secundarias de información. Además, se contempló el análisis de estudios de la realidad chilena en ciencia, tecnología e innovación; el estudio de casos a nivel nacional e internacional de programas gubernamentales de financiamiento a la infraestructura científica y tecnológica, así como de casos de modelos de gestión de centros que realizan I+D y que utilizan sus equipos de forma colaborativa; y encuestas a stakeholders nacionales. Todo lo anterior permitió la identificación de las características críticas que debía contener el instrumento, requisitos de los postulantes, identificación de áreas prioritarias, entre otros.

En el capítulo 2 se presenta una revisión de los antecedentes que precedieron el anuncio del concurso por parte de la Presidente de la República. En el capítulo 3 se

realiza una revisión de casos nacionales e internacionales de programas de financiamiento de infraestructura en áreas prioritarias y de modelos de uso compartido de Centros Científicos. El capítulo 4 presenta un caso particular de un Centro Científico y Tecnológico chileno, llamado LabMET, que presta sus servicios de forma remunerada a investigadores externos a la institución. El capítulo 5 describe el proceso de consulta a stakeholders en temas de equipamiento científico, respecto a las áreas prioritarias a beneficiar en un primer proyecto piloto de Centros de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de uso Compartido. Finalmente, el capítulo 6 esboza algunas conclusiones elaboradas a partir de este proceso, acerca de las características que debiese tener el programa que se implementará, las cuales fueron consideradas en la elaboración de las bases del concurso que se llevará a cabo.

II. Antecedentes

Para fortalecer la base científica y tecnológica, y lograr que pueda realizar investigación de punta que potencie el desarrollo del país, es necesario contar con el equipamiento adecuado que permita llevar a cabo este tipo de investigación. En Chile se han llevado a cabo algunas iniciativas que apuntan en esta dirección, las cuales han financiado la adquisición de equipamiento científico por parte de las universidades y centros de investigación¹. Sin embargo, es necesario continuar realizando esfuerzos que permitan cubrir los crecientes requerimientos del mundo científico, por lo que es imprescindible generar instrumentos que ayuden a acortar las brechas entre el equipamiento científico existente y el equipamiento de punta en Chile.

En conocimiento de estas necesidades, S.E. la Presidenta de la República Sra. Michelle Bachelet Jeria decidió dar un paso en la solución de esta problemática, señalando en su discurso del 21 de mayo del año 2008 su voluntad de implementar un *“Programa de Equipamiento Científico en Áreas Prioritarias”*, cuyo diseño e implementación fue encomendado a CONICYT y al Comité de Ministros para la Innovación como parte de su Plan de Acción 2008-2010.

A continuación, se presenta las principales ideas contenidas en tres documentos que fueron fundamentales a la hora de elaborar el mencionado diagnóstico: El primero es un estudio encargado por el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de CONICYT, a la Universidad Católica del Norte el año 2006, ‘Diagnóstico y Recomendaciones para Equipamiento Mayor Científico y Tecnológico’; el segundo publicado por la Academia Chilena de Ciencias, ‘Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena, 2005’, y el último, publicado por el Consejo de Rectores de las Universidades Chilenas el año 2008, que aborda los ‘Planteamientos sobre Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación’.

II.1. ‘Diagnóstico y Recomendaciones para Equipamiento Mayor Científico y Tecnológico’. Universidad Católica del Norte, 2006 (Estudio encargado por el Programa Bicentenario de Ciencia y tecnología de CONICYT).

Este estudio, llevado a cabo durante los años 2005-2006, realizó una consulta nacional a las instituciones de I+D a modo de obtener un diagnóstico de las capacidades y necesidades de equipamiento científico mayor existentes a lo largo del país. En dicho

¹ Principales iniciativas de Equipamiento Científico Tecnológico, entre otras:

- Concurso de equipamiento científico mayor por un monto aproximado de US\$8 millones. CONICYT, Chile, 1987.
- Concursos FONDEF , CONICYT, Chile, realizados hasta el 2000.
- Concurso MECESUP para equipamiento mediano realizado hasta la actualidad.
- Concurso de proyectos de equipamiento para fortalecer Centros Regionales del Programa Regional por un monto aproximado de MM\$60 para cada Centro, CONICYT, Chile, 2007.
- Programa de Financiamiento Basal que considera un financiamiento de hasta \$500 millones para equipamiento científico por cada uno de los Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia.

proceso, se envió una encuesta dividida en varias partes, entre ellas una sección de políticas de equipamiento mayor². A continuación se detallan textualmente las principales características, conclusiones y recomendaciones que realiza dicho estudio, a través del análisis realizado a partir de las respuestas a esta consulta:

- Esta consulta fue respondida solamente por 79 instituciones, de un total de 220 instituciones a quienes se les envió los formularios. El 76% de las instituciones que contestaron la encuesta aplicada, declara no tener una política formal de equipamiento científico mayor.
- Por otro lado, el uso que se le da al equipamiento mayor es bajo. El porcentaje de utilización del equipamiento mayor es en promedio de un 59,7% (base 8 horas de disponibilidad al día) o 29,9% (base 16 horas de disponibilidad al día), el cual no puede separarse del sistema de gestión del mismo, en el cual prevalece la administración del equipo por cada unidad (investigador, proyecto, Departamento o Facultad) y no el uso compartido. Sólo un 19.2% del equipamiento tiene pleno empleo (más del 90% de tiempo de uso), seguido por un 14,9% con empleo entre 70% y 80%.
- Se ha informado previamente que la gestión del equipamiento mayor es reportada por las instituciones que responden la encuesta como responsabilidad de una facultad, de un departamento, de un proyecto o de un investigador. Este modelo de servicio o de gestión individualista es una de las principales causas del bajo promedio de empleo del equipamiento mayor actual, cuya principal consecuencia es la baja productividad en investigación científica y tecnológica.
- En cuanto a la gestión de los equipos futuros, es decir, de los que las instituciones del sistema nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación adquieran con apoyo de CONICYT o de otras fuentes, conviene distinguir entre dos tipos de equipamiento. Primero, el equipamiento que podrá ser escalado, renovado o adquirido por primera vez por instituciones que puedan darle pleno uso solas o asociadas; y el equipamiento que pueda adquirirse bajo un régimen de uso común, donde una gestión independiente por una entidad interna o externa que no emplee el equipo para investigación propia resulta altamente recomendable.
- En el primer caso, es aconsejable estimular una nueva cultura, de uso común, por vía de ponderar mejor las propuestas que conlleven un sistema independiente de gestión del equipamiento. En el segundo caso, es aconsejable subordinar el financiamiento a un sistema de gestión independiente que puede ser definido por licitación o por invitación a una lista corta de potenciales administradores, según el monto involucrado.

² También se incluye en esta encuesta secciones que pretenden establecer un catastro de equipamiento científico mayor a nivel nacional, lo que constituye el primer intento de llevar a cabo esta iniciativa en el país.

- La administración por unidad evidencia un conjunto de vicios culturales difíciles de superar sin una modificación profunda del sistema de gestión: hay equipos administrados por un solo investigador que, aunque lo use mínimamente, lo considera propio y no permite que otros lo empleen. Lo propio ocurre con los equipos de un solo proyecto, o de un solo departamento, o de una sola facultad. Ello se refleja, por ejemplo, en que en la VIII Región se anuncia el requerimiento de 13 cromatógrafos y 13 analizadores; y que en la Región Metropolitana se identifica la necesidad de 40 estaciones de trabajo especializadas, 25 equipos biológicos, 21 equipos de análisis de superficies y 19 espectrómetros.
- Es razonable colegir que una administración institucional única del equipamiento mayor que actualmente existe se traduciría en una mayor competitividad en ciencia y tecnología aun antes de actualizarlo o complementarlo, ya que se garantizaría un mayor o un pleno empleo de los equipos. Sin embargo, es preciso reflexionar que un sistema de gestión centralizada de equipamiento mayor es diametralmente diverso de la cultura individualista arraigada históricamente en los investigadores. Podría ocurrir que junto con aumentar la racionalidad administrativa, el país se encontrara con una reducción de la competitividad C&T ocasionada por la resistencia al cambio.
- En cuanto al equipamiento que se requiere disponer para mejorar la competitividad en Ciencia y Tecnología, es importante destacar que de las instituciones que responden la encuesta, sólo un 8,1% plantea escalamiento (*upgrading*) de su equipamiento actual y un 12,3% señala que requiere renovarlo. El 78,0%, es decir, la inmensa mayoría, formula previsiones de nuevo equipamiento mayor.
- En este escenario, en muchos casos el nuevo equipamiento requerido existe en otras unidades de la misma institución, lo que reafirma las conclusiones previas sobre falta de cultura de uso comunitario del equipamiento.
- En el plano suprainstitucional, la primera conclusión que puede formularse es que el parque de equipamiento mayor es menos antiguo de lo que informa la literatura: el 35,5% data del período 2000 – 2005 y, si se toma desde 1995, el 56,9% del equipamiento mayor está dentro de este rango. Esto conduce de inmediato a señalar como primera prioridad tipológica el *upgrading*, ya que siendo la inversión requerida menor que la de reposición del mismo equipo, su efecto en términos de aumento de competitividad C&T es el mismo.
- También en el plano suprainstitucional, es interesante constatar que el costo total de nuevo equipamiento identificado como necesario por las instituciones que responden la encuesta, tiene un costo de US\$ 60 millones.

- Puesto que el equipamiento mayor es clave para la competitividad de los grupos de I&D, la inversión pública en equipamiento mayor debería consignarse entre las más altas prioridades y, sin tocar los sistemas de gestión del equipamiento actual, podría iniciar la introducción de valores, conceptos y mecanismos de gestión unitaria.
- En planos de mayor especificidad, debe señalarse que el 30,1% de los nuevos equipos requeridos corresponde a sistemas computacionales y ciencias biológicas: 73 estaciones de trabajo especializadas; 49 equipos biológicos; 49 equipos cromatógrafos (12,1%); 40 analizadores (9,9%); 35 equipos de análisis de superficies (8,6%) y otros tantos espectrómetros (8,6%).
- El 81,9% de las instituciones que responde la encuesta informa que cuenta con el personal especializado y recursos para el mantenimiento del equipamiento mayor que posee; el resto indica que no. En cuanto a personal especializado para el manejo de equipamiento requerido, el 33,6% de las instituciones informa que carece de él. Consistentemente, la totalidad de las instituciones indica que parte de sus requerimientos de equipamiento mayor incluyen la calificación (52,2%) o contratación (46,3%) de personal calificado para operarlo.
- Además, se tiene que un 18,1% de las instituciones no cuenta con personal especializado y recursos para el mantenimiento del equipamiento mayor que posee; y un 33,6% señala necesitarlo para emplear útilmente el equipamiento mayor con que espera contar. En cuanto al tipo de capacitación, el 41,4% de las instituciones dice necesitar calificación de personal en la operación del equipamiento, y un 3,1% dice necesitar personal especializado en la administración de los equipos. El 19,2% expresa la necesidad de ambos tipos de capacitación.
- El 69,0% de las instituciones señala que efectivamente los equipos actualmente en uso requieren condiciones especiales de instalación y funcionamiento, tendencia que se mantiene para los equipos que necesitan adquirir. Este es un requerimiento alto, ya que el porcentaje de instituciones que no requiere de condiciones especiales sólo se explica por tratarse de equipos que se abastecen de la energía disponible en laboratorio, no implican riesgos especiales, no precisan atmósfera o temperatura controladas, y eliminan riles o rises inocuos; o son equipos portátiles.
- Se identifican ámbitos científico-tecnológicos prioritarios relevantes para el uso común, no así para el uso institucional, que requieren con urgencia equipamiento mayor. Estos ámbitos prioritarios son:
 - Acuicultura, ciencias del mar y pesca
 - Agroindustria, Hortofruticultura y ganadería
 - Astronomía
 - Biotecnología
 - Ciencias Básicas

- Ciencias de la salud
 - Ciencias de la tierra
 - Ciencias de los materiales y nanotecnología
 - Energía
 - Forestal
 - Medio ambiente y ciencias ecológicas
 - Minería
 - Tecnología y manufactura
 - TIC
 - Transporte y tránsito
- En el caso de que se financie actualización del equipamiento, se recomienda ponderar mejor las propuestas que conlleven un sistema independiente de gestión del equipamiento. En el caso de la adquisición de equipamiento, se aconseja subordinar el financiamiento a un sistema de gestión independiente.
 - Bajo el concepto de equipamiento mayor se incluirán los siguientes elementos:
 - Equipos
 - Capacitación
 - Infraestructura física
 - Bibliografía – incluyendo el suministro de papers in extenso
 - Gastos de operación, mantenimiento y seguros
 - Cuentas institucionales de reposición y actualización tecnológica.
 - El uso de equipamiento mayor será pagado por sus usuarios, esto con el fin de generar recursos para su autofinanciamiento creciente y excedentes que ayuden a su futura reposición. Los actores que financien equipamiento mayor velarán por que su forma de administración garantice el libre acceso de los usuarios previstos a dicha infraestructura.
 - Los beneficiarios de subsidios para la adquisición de equipamiento mayor serán universidades y centros de investigación sin fines de lucro. Las empresas no recibirán subsidios para la adquisición de equipamiento mayor. No obstante, podrán existir instituciones asociadas, las cuales si podrán tener fines de lucro.
 - El subsidio a proyectos de equipamiento mayor institucional estará condicionado a que sea operado por personal que no participará en proyectos que requieran de dicho equipamiento. Los fondos funcionarán como una cuenta de ahorro de las instituciones beneficiarias, en la cual mientras más y mejores resultados con apoyo del equipamiento mayor puedan éstas demostrar, mejor derecho tendrán de obtener financiamiento para su reposición.
 - El equipamiento mayor de uso común será financiado en el marco de licitaciones convocadas con criterios de relevancia y pertinencia, donde el adjudicatario deberá demostrar que posee o puede razonablemente comprometer competencias adecuadas para su buena gestión.

II.2. 'Análisis y Proyecciones de la Ciencia Chilena 2005'. Academia Chilena de Ciencias.

Este estudio publicado el año 2005, llevado a cabo por la Academia Chilena de Ciencias, el Consejo de Sociedades Científicas de Chile, y el Programa Bicentenario de Ciencia y Tecnología (PBCT) de CONICYT, presenta una visión de la realidad del progreso científico y tecnológico nacional, y expone las medidas que a juicio de los autores son necesarias para impulsar la actividad científica y tecnológica nacional, en beneficio del desarrollo cultural y socio-económico de Chile. Dentro de estas medidas se encuentra la iniciativa de financiar la adquisición de Infraestructura Científica. A continuación se presentan las principales conclusiones expuestas en dicho estudio referentes a Infraestructura Científica:

“La ciencia moderna requiere cada vez más equipamiento e infraestructura sofisticada y de alto costo. Para hacer ciencia de frontera y publicar en revistas de primera línea es necesario que nuestros investigadores tengan acceso a ese tipo de equipamiento o instalaciones.”

Así, en el documento se recomienda que “se establezca un Fondo para Infraestructura Científica que anualmente concurse y adjudique recursos para la implementación de equipos e instalaciones de las que aquí se denominan medio y mayor³. Los fondos se otorgarían en base a la alta densidad de investigadores que lo usarían y por su utilización en la formación de postgrado de estudiantes de una o más instituciones. La adjudicación de Equipamiento Mayor estaría supeditada a un compromiso de la institución receptora a otorgar acceso expedito a usuarios de otras instituciones del país y a la constitución de un Consejo Inter-Institucional que representará a los principales usuarios y monitoree el acceso y eficacia del manejo de equipo, su mantenimiento y administración financiera.”

II.3. 'Planteamientos sobre Políticas Nacionales de Ciencia, Tecnología e Innovación', Consejo de Rectores Universidades Chilenas, año 2008.

Este documento elaborado por el Consejo de Rectores, plantea las consideraciones que las universidades que componen dicha institución consideran relevantes a la hora de generar las políticas de innovación y de impulso a la investigación científica y tecnológica en el país. Así, el documento presenta siete propuestas estratégicas que se considera de alta prioridad. Dentro de estas siete propuestas se encuentran las referentes a Equipamiento e Infraestructura para la Ciencia, Tecnología y Innovación (C&T&I).

Respecto al diagnóstico de la situación actual de la infraestructura y el equipamiento científico, el texto establece que:

³ En el documento se define como equipamiento medio a aquel cuyo costo está comprendido entre US\$30.000 y US\$200.000, y equipamiento mayor a aquel equipamiento cuyo costo esta por sobre US\$250.000.

- La investigación necesaria para generar y aplicar conocimiento en C&T&I, requiere de infraestructura, instalaciones e instrumental cada vez más complejo y de alto costo, de no contar con esos insumos es imposible hacer investigación en la frontera del conocimiento.
- La mayoría de los fondos de investigación que financian proyectos tienen serias limitaciones en los montos que se pueden gastar en instrumentación e infraestructura. A fines de la década de los 80 hubo una inversión de US\$ 8 millones para renovar equipo que fue llevada a cabo por CONICYT con apoyo del PNUD. En los primeros concursos de FONDEF (la primera mitad de la década de los 90) y en Proyectos MECESUP de postgrado se pudo adquirir equipamiento de esas características, lo que también ha ocurrido en algunos Institutos Milenio y Centros FONDAP.
- Sin embargo, la gran mayoría de los investigadores del país están trabajando con instrumental científico obsoleto, en laboratorios poco apropiados y carecen de instalaciones modernas que les permitan ser competitivos a nivel internacional.

Respecto a propuestas concretas sobre el financiamiento a la adquisición de equipamiento e infraestructura científica, el documento establece que:

- El **equipo menor** (menos de US\$ 30.000) es equipo individual para laboratorios o grupos de laboratorios y debería ser adquirido con proyectos individuales existentes.
- Los **equipos multinacionales** son grandes instalaciones que por su costo y complejidad no se justifica adquirir o construir en el país. De todas maneras es importante que grupos chilenos en esas áreas específicas tengan acceso a estos equipos mediante financiamiento de proyectos de contraparte y por convenios internacionales. Equipos de esa naturaleza son, por ejemplo, aceleradores de partículas, estaciones experimentales espaciales y grandes centros de genómica. En esta categoría están también los observatorios astronómicos a los que se tiene acceso garantizado por el hecho de estar en nuestro país.
- Los **equipos medianos** (entre US\$30.000 y US\$200.000) deben existir en una Facultad con alta densidad de laboratorios que los necesiten o a nivel de Universidad con varios grupos de investigación. Ejemplos de este tipo de equipos son ultracentrífugas, microscopios confocales, bioterios de animales de investigación, cámaras para el crecimiento de plantas bajo condiciones controladas, espectrómetros automáticos, etc.
- Los **equipos mayores** incluyen aparatos o instalaciones que van sobre los US\$200.000 hasta varios millones de dólares. Dependiendo del número de grupos que lo necesitan y de su distribución geográfica, y de su costo, deberían adquirir uno por Universidad o uno para todo el país. En estos últimos casos, se

debería construir un consorcio de usuarios que asegure que el equipo ofrece un servicio eficiente y de un costo que cubra los gastos de manutención y funcionamiento. En esta categoría se cuentan equipos como secuenciadores de DNA de última generación, equipos de NMR de alta potencia, espectrómetros de masas, transgénicos, bibliotecas digitales abiertas a todos los centros de investigación en el país, barcos oceanográficos, laboratorios de alta seguridad para trabajo con virus patógenos, planta piloto para fermentaciones y para generación de biocombustible, redes computacionales de alta capacidad para implementación de la instrumentación remota (e-Science).

- En estas dos categorías se podrían incluir equipos que, teniendo un precio unitario menor al señalado, constituyen un conjunto funcional de igual o mayor valor. En este caso, en particular, se contempla el ensamblaje de una instalación consistente en una cadena de equipos y accesorios requerida para la realización de protocolos específicos de investigación. También se incluirá la construcción o modificación de infraestructura estrictamente requerida para la instalación y funcionamiento óptimo del equipo.
- Recomendamos que con el fin de actualizar el equipamiento de investigación en el país se constituya un Fondo de Equipamiento al que se concurre anualmente, al cual podrían postular (en categorías separadas de equipo mediano o mayor) las Universidades o Instituciones de investigación sin fines de lucro, cuya trayectoria en investigación y en formación de recursos humanos altamente calificados y aporte a una economía del conocimiento fuese reconocida en el ámbito nacional e internacional. A su vez estas instituciones deberían estar calificadas para administrar y mantener el uso del equipo para su mejor aprovechamiento por todos los investigadores de la institución, de la región o del país en el caso de equipos o instalaciones nacionales.
- Se recomienda que inicialmente este fondo tenga un monto de US\$20 millones al año, el que en años posteriores debiera alcanzar a US\$10 millones por año.

II.4. Conclusiones y recomendaciones

Del análisis de las ideas principales contenidas en los documentos revisados en esta sección se obtuvo las siguientes recomendaciones para elaborar una política de financiamiento a la adquisición de equipamiento científico:

- Se considera altamente necesario que se genere en el país un Fondo concursable para el financiamiento a la adquisición de equipamiento científico por parte de las instituciones de investigación sin fines de lucro.
- En cuanto a los montos, se recomienda que dicho fondo sea de US\$20 millones anuales en un inicio, disminuyendo en años posteriores a US\$10 millones anuales. Es importante constatar que según el estudio encargado por el PBCT,

el costo total de nuevo equipamiento identificado como necesario asciende a US\$ 60 millones. Sin embargo, esto incluye solo lo reportado por las instituciones que respondieron las consultas elaboradas por dicho estudio, el que alcanza solo un 36% de respuesta (79 respuestas de un total de 220 instituciones consultadas), por lo que se estima que las necesidades existentes son bastante superiores en montos a lo anteriormente establecido.

- Dado el bajo porcentaje de utilización del equipamiento reportado en el estudio del PBCT (59% y 30% de utilización en base a 8 y 16 horas de disponibilidad al día respectivamente), se recomienda subordinar el financiamiento a un sistema de gestión independiente, por una institución que no emplee el equipo solo para investigación propia, que puede ser definida por licitación o por invitación a una lista corta de potenciales administradores.
- En el financiamiento a la adquisición, renovación o escalamiento de equipos por instituciones que puedan darle pleno uso solas o asociadas, se recomienda estimular una nueva cultura de uso común de los equipos, por vía de ponderar mejor las propuestas que conlleven un sistema independiente de gestión del equipamiento.
- Se establece como necesidad que el fondo que se genere para financiar la adquisición de equipamiento científico incluya financiamiento para la calificación o la contratación de personal calificado para operarlo.
- Se debe incluir como ítems financiables por el fondo la construcción o adecuación de la infraestructura física; gastos de operación, mantenimiento y seguros; bibliografía; y cuentas institucionales de reposición y actualización tecnológica.
- El uso del equipamiento debe ser pagado por sus usuarios, esto con el fin de generar recursos para su autofinanciamiento creciente y excedentes que ayuden a su futura reposición.
- Los actores que financien equipamiento mayor velarán por que su forma de administración garantice el libre acceso de los usuarios previstos a dicha infraestructura.
- Se financiará solo a instituciones de investigación sin fines de lucro, no obstante las empresas pueden participar de manera consorciada con estas instituciones en los proyectos.
- El equipamiento mayor de uso común deberá ser financiado en el marco de licitaciones convocadas con criterios de relevancia y pertinencia, donde el adjudicatario deberá demostrar que posee o puede razonablemente comprometer competencias adecuadas para su buena gestión.

III. Estudio de casos de Equipamiento Científico y Tecnológico.

En la presente sección, se analizan algunas experiencias recientes en el tema de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor, a través de evidencia nacional e internacional en dos ámbitos:

- Casos de programas gubernamentales de apoyo a la adquisición de equipamiento mayor.
- Casos de instituciones que han implementado programas de equipamiento de uso asociativo.

El primer grupo de casos busca analizar diversos programas de gobierno que se han presentado para la creación y el desarrollo de los instrumentos de apoyo a la adquisición de Equipamiento Mayor, recabando de esta manera importantes antecedentes que apoyen en el diseño de una política nacional en el tema.

El segundo grupo de casos, rescata algunas de las principales características de operación de los diferentes programas asociativos o multiusuarios de equipamiento en instituciones específicas, y se presentan tanto a nivel nacional como internacional.

III.1. Casos de Programas Gubernamentales de Apoyo a la adquisición de Equipamiento Mayor.

Los casos tomados para el análisis corresponden a los desarrollados en Australia, Estados Unidos, España, Francia y Canadá, y consisten en programas estatales para el desarrollo de la investigación y la adquisición de equipamiento científico y tecnológico.

A. Australia

Nombre del Programa: Infraestructura Nacional de Investigación Colaborativa (National Collaborative Research Infrastructure -NCRIS)

Presupuesto: US\$ 452 millones para el período 2006-2011 (equivalente a \$542 millones de dólares australianos)

Descripción del Programa: El NCRIS es un programa encargado de fomentar la adquisición de infraestructura para la investigación colaborativa, que fue creado el año 2004 por el gobierno de Australia.

Los principios básicos que se espera que cumpla el programa son:

- La inversión en Infraestructura de investigación científica-tecnológica debe ser desarrollada de modo de maximizar la contribución del sistema de I+D al desarrollo económico, la seguridad social, el bienestar social y la sustentabilidad medioambiental.

- Los recursos en infraestructura deben ser focalizados en áreas donde Australia sea, o tenga el potencial de ser, líder internacional en investigación básica y aplicada.
- La infraestructura científica debe ser implementada en base a un sistema colaborativo, no excluyente y con cobertura nacional, de modo que la infraestructura financiada por el NCRIS sirva al sistema de investigación e Innovación de forma amplia, y no solo a las instituciones beneficiadas.
- Se contempla financiamiento para la posterior operación de la infraestructura financiada.
- El programa debe velar por el adecuado acceso de los investigadores a la infraestructura financiada.
- La estrategia debe fomentar la más amplia participación de los investigadores en el sistema nacional de investigación.

Para la consecución de estos principios, se realizaron estudios destinados a identificar las capacidades potenciales de investigación científica, de modo de seleccionar los sectores o áreas que serían consideradas como prioritarias a la hora de financiar equipamiento científico. Así, se identificaron 16 sectores prioritarios, sobre los cuales se implementó el plan de equipamiento.

El financiamiento individual máximo al que se puede acceder es de US\$50 millones por área, lo que equivale a AUS\$60 millones (Dólar australiano).

Para lograr un desarrollo efectivo de la estrategia, y dada las restricciones de recursos financieros, el programa se implementó en tres fases:

- En la primera fase se implementó un sistema de equipamiento asociativo para 9 de las 16 áreas identificadas como prioritarias, las que fueron escogidas por su impacto potencial y por las posibilidades que presentan de estar disponibles para su completa utilización en un tiempo de entre seis y nueve meses. Así, se coordinaron equipos de trabajo para diseñar sistemas de coordinación y planes de negocios para estas nueve áreas.
- Un segundo grupo de dos áreas prioritarias fue financiado modestamente para desarrollar actividades de redes y observación, para posteriormente analizar la conveniencia de un posible financiamiento completo de equipamiento.
- Un tercer grupo de cuatro áreas será revisado y evaluado con posterioridad para su posible implementación.

Se debe desarrollar una propuesta individual colaborativa por área, la que debe contemplar un cuerpo u organismo que cumpla las misiones de coordinación y facilitación de acceso a la infraestructura financiada. Estos organismos facilitadores son

identificados en consulta con los estados, la comunidad científica y las organizaciones relevantes, de modo de que cuenten con un amplio apoyo y aceptación. Su misión es identificar los requerimientos de infraestructura en su área particular y desarrollar planes para conseguir dichas necesidades, cubriendo acciones de:

- Priorización estratégica de los componentes identificados
- Rol de la infraestructura y facilidades existentes
- Financiamiento del plan, incluyendo lo esperado del programa y de las contrapartes (privadas, internacionales, etc.)
- Regimenes de acceso y carga
- Estructura de administración del equipamiento
- Coordinación del plan de inversión para asegurar el mejor uso de los fondos.

El programa incluye los siguientes ítems de gastos financiables:

- a. Funcionamiento y desarrollo de las instalaciones existentes.
- b. Mejora de las instalaciones existentes, incluido su mantenimiento.
- c. Establecimiento, funcionamiento y desarrollo de nuevas instalaciones.
- d. Acceso a instalaciones.

Fuentes: <http://ncris.innovation.gov.au/>

B. USA

Nombre del Programa: Programa de Equipamiento e Instrumentación.

Presupuesto: US\$ 6.060 millones (2008), de los cuales aproximadamente US\$ 335 millones (estimado 2008) son para el programa de infraestructura de Investigación⁴.

Descripción del Programa: El programa es ejecutado por la Fundación Nacional de Ciencias (National Science Foundation - NSF), una agencia federal independiente creada por el Congreso de los Estados Unidos en 1950 para promover el progreso de la ciencia y la tecnología en la prosperidad y el bienestar de la sociedad. Además del financiamiento a la investigación en las áreas académicas tradicionales, este organismo también apoya iniciativas de alto riesgo, pero de alta potencialidad de rentabilidad.

El principal objetivo de la NSF es contribuir al bienestar social mediante el apoyo en todos los ámbitos fundamentales de la ciencia y la ingeniería, con excepción de ciencias médicas.

Los servicios prestados por el programa son:

⁴ http://www.nsf.gov/about/budget/fy2008/pdf/06_fy2008.pdf o <http://www.nsf.gov/about/budget/fy2008/table.jsp#overview>

- a. Adquisición o actualización de equipo de investigación para mejorar laboratorios e investigaciones de campo, programas de entrenamiento de estudiantes de investigación y oportunidades de capacitación en las ciencias.
- b. Desarrollo de nueva instrumentación, técnicas de análisis o de software, que apunta a ampliar la investigación actual y las capacidades de formación mediante la investigación en las ciencias.
- c. Apoyo de equipamiento multi-usuario nacional o regional, cuyo objetivo es permitir que equipos o sistemas de equipos complejos y costosos sean ampliamente disponibles para la investigación en ciencias y disponibles para las comunidades estudiantiles. Las propuestas para obtener financiamiento para este programa de Equipamiento Multi-Usuario Nacional o Regional debe incluir una descripción de las capacidades técnicas asociadas al equipamiento y el impacto que la instalación de estas capacidades tendrán en las áreas de las ciencias asociadas.
- d. Apoyo de técnicos para la investigación, para capacitar a los técnicos que proporcionarán una óptima y eficiente operación de los equipos e instrumentos avanzados, permitiendo el desarrollo de protocolos y el desarrollo y formación de usuarios de equipamiento de I+D avanzado.
- e. Desarrollo de la ciber-infraestructura para las ciencias, permitiendo avances en las ciencias y la educación mediante aplicaciones novel, desarrollando y adaptando tecnologías de la información.

Fuentes: http://nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=6186

C. España

Nombre del Programa: Programa Nacional de Infraestructura Científico-Tecnológicas PNCIT.

Presupuesto: Sin información.

Descripción del Programa: Creado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) en el marco del Plan Nacional de I+D+i 2008-2011, que fue aprobado por el Consejo de Ministros en Septiembre de 2007, el PNICT es la materialización de la Línea Instrumental de Infraestructuras Científicas y Tecnológicas. Esta línea agrupa instrumentos cuyos objetivos estratégicos contemplan incrementar las capacidades de España en infraestructura científico-tecnológica, crear condiciones para su óptimo aprovechamiento, así como contribuir a su provisión y explotación por parte del conjunto de agentes del sistema.

El Plan Nacional de I+D+i 2008-2011 se estructura en cuatro áreas directamente relacionadas con los objetivos generales del Plan, y ligadas a programas instrumentales que persiguen objetivos concretos y específicos:

- a. Área de generación de conocimientos y capacidades científicas y tecnológicas
- b. Área de fomento de la cooperación en I+D

- c. Área de desarrollo e innovación tecnológica sectorial, donde se identificó la existencia de diez sectores clave:
- Alimentación, Agricultura y Pesca
 - Medio Ambiente y Eco-Innovación
 - Energía
 - Seguridad y Defensa
 - Construcción, Ordenación del Territorio y Patrimonio Cultural
 - Turismo
 - Aeroespacial
 - Transporte e Infraestructuras
 - Sectores industriales
 - Farmacéutico
- d. Acciones estratégicas:
- Salud
 - Biotecnología
 - Energía y Cambio Climático
 - Telecomunicaciones y Sociedad de la Información
 - Nanociencia y Nanotecnología, Nuevos Materiales y Nuevos Procesos Industriales

El objetivo del programa es mejorar las infraestructuras científico-tecnológicas existentes, así como su mantenimiento y la optimización de las mismas mediante su uso interdisciplinario respondiendo principalmente a tres principios básicos:

- Poner la I+D+i al servicio de la ciudadanía, del bienestar social y de un desarrollo sostenible, con plena e igual incorporación de la mujer.
- Hacer de la I+D+i un factor de mejora de la competitividad empresarial.
- Reconocer y promover la I+D como un elemento esencial para la generación de nuevos conocimientos.

Los destinatarios del programa son las instituciones del sector público y privado: organismos públicos de investigación, universidades, centros tecnológicos, parques científicos y tecnológicos, organizaciones de apoyo a la transferencia tecnológica, empresas, etc. La duración máxima del beneficio es de 5 años.

Los servicios de apoyo incluidos en el programa son:

- Diseño, desarrollo y construcción de infraestructuras.
- Costos operacionales de la infraestructura.
- Mejora, equipamiento y actualización.
- Uso y acceso.
- Subvención a fondo perdido y anticipo reembolsable.

Fuentes: <http://www.plannacionalidi.es/>

D. Francia

Nombre del programa: Equipamiento e Infraestructura Mayor de Investigación (Très Grands Equipements et Infrastructures de Recherche - TGE/TGI)

Presupuesto: US\$ 151 millones anuales (€ 121 millones)

Descripción del Programa: La entidad responsable del programa es el Centro Nacional de la Investigación Científica (CNRS- Centre National de la Recherche Scientifique). El CNRS es un organismo público de carácter científico y tecnológico, dependiente del Ministerio de Educación Nacional, y encargado de producir conocimiento para ponerlo al servicio de la sociedad.

La investigación del CNRS está dividida en las siguientes áreas temáticas:

- Física nuclear
- Ciencias matemáticas
- Ciencias y tecnologías de la información y de la comunicación
- Ciencias para ingenieros
- Ciencias químicas
- Ciencias del universo
- Ciencias de la vida
- Ciencia y sociedad

Con el fin de articular una red de plataformas científicas y tecnológicas, el CNRS creó en 2004 el Comité de Equipamiento Científico Mayor e Infraestructura de Investigación (TGE/TGI). Luego, en el 2006, ese mismo comité creó la Unidad TGE/TGI que agrupaba los programas de equipamiento mayor en astronomía, física nuclear, óptica, magnética, y métodos de cálculo intensivo.

El presupuesto anual del CNRS para 2008 fue de US\$ 4.101 millones (€ 3.277 millones), de los cuales US\$ 736 millones (€ 588 millones) corresponden a recursos propios. Estos recursos son repartidos entre los más de 1200 laboratorios y unidades de investigación establecidos a lo largo de todo Francia. La parte destinada al TGE/TGI de equipamiento científico mayor corresponde a US\$ 151 millones (€ 121 millones); es decir, a un 3,7% del total.

El objetivo del CNRS es articular una red de plataformas capaz de responder a desafíos científicos y tecnológicos, optimizando el uso de herramientas para la comunidad científica, y racionalizando los medios disponibles por medio de su uso de manera asociativa. Con la conformación de la unidad TGE/TGI se ha hecho expresa la voluntad de acelerar y profundizar en la coordinación nacional de estas plataformas.

La misión del Comité TGE/TGI es de transmitir al conjunto de departamentos científicos las reflexiones necesarias para elaborar la política plurianual del CNRS relativa a todo el equipamiento científico mayor, la infraestructura colectiva de investigación, y la coordinación asociada.

El CNRS participa de proyectos de investigación científica mayor cofinanciando la compra y mantenimiento de los laboratorios y equipos de los centros de investigación a los que está asociado, o los gobiernos nacionales de los países donde el CNRS ha puesto en marcha proyectos de investigación. Es el caso de los telescopios VLT, ALMA y ELT, instalados en el observatorio La Silla en Chile.

El programa ofrece apoyo en la coordinación del uso del equipamiento científico mayor instalado en Francia, en el seguimiento de los proyectos y planificación de la estrategia TGE/TGI; en la asesoría para la puesta en marcha de proyectos, asesoría legal y arbitraje presupuestario entre los proyectos, y en el alineamiento de los proyectos con la hoja de ruta de la European Strategy Forum on Research Infrastructures (ESRFI). Además, presta servicios de información a la comunidad científica y publicación de resultados.

Fuentes:

<http://www.cnrs.fr/fr/recherche/tge-ir.htm>

<http://www.sg.cnrs.fr/dfi/chiffres/2008/>

E. Canadá (Québec)

Nombre del Programa: Fundación para la Innovación de Canadá (Canada Foundation for Innovation - CFI) / Ministerio de Desarrollo Económico, de la Innovación y de la Exportación de Québec.

Presupuesto: El Ministerio de Desarrollo Económico, de la Innovación y de la Exportación de Québec financió 26 proyectos de equipamiento e infraestructura científica por un valor de US\$ 57,7 Millones (C\$ 70 Millones) en 2006. Esto representa solo la porción de recursos destinados a Québec del total de US\$ 346,2 millones (C\$ 420 millones) que el CFI maneja para todo Canadá.

Descripción del programa: La Fundación para la Innovación de Canadá (CFI) es una corporación independiente, creada por el Gobierno de Canadá para financiar infraestructura para la investigación. El Ministerio de Desarrollo Económico, de la Innovación y de la Exportación de Québec, por su parte, maneja la cartera de programas de la CFI dentro de Québec.

La CFI tiene una serie de criterios de selección para los proyectos que financia, como la calidad y necesidad de las propuestas, la contribución al fortalecimiento de la capacidad de innovación de Canadá, y los beneficios potenciales que vaya a generar el proyecto de infraestructura para la investigación científica en Canadá. El Ministerio de Economía de Québec, que coincide con éstos criterios, suma su propio interés por crear un nuevo espacio económico para el país, basado en la creación de una capacidad de investigación de calidad mundial. El objetivo es generar y atraer investigadores del más alto nivel hacia proyectos bajo el sello canadiense, en general, y de Québec en

particular⁵. El CFI fomenta la cooperación porque espera que el uso de infraestructura para la investigación sea compartido, a través de redes, por distintos equipos de investigación.

El Ministerio está realizando el esfuerzo de reunir en un Directorio Web Abierto la información sobre toda la infraestructura científica relacionada con Québec, incluyendo una lista que asocie la infraestructura a los equipos de investigación que la utilizan.

La adjudicación de fondos está orientada a tres grupos de especialidades:

- Ciencias de la Vida y de la Salud
- Ciencias Naturales e Ingeniería
- Ciencias Sociales, Humanas, y estudios de Arte y Literatura.

El primer grupo apunta hacia la investigación médica, que es una componente importante de la política social canadiense. Dentro de ésta área se inscriben investigaciones en neurobiología, genómica, farmacología, estudios del cáncer, seguridad alimentaria y microscopía, entre otros.

En el área de Ciencias Naturales e Ingeniería se privilegian temas medioambientales, de producción limpia, cambio climático, biodiversidad, estudios árticos, estudios atmosféricos, entre otros. También existen proyectos de naturaleza industrial relacionados con la nanometría, la industria textil y las fibras y materiales inteligentes, la industria del aluminio, rayos-x y astronomía.

En cuanto a las Ciencias Sociales, el esfuerzo está orientado a la creación de ficheros o directorios digitales en historia, arte y audiovisual, neuropsicología, y el directorio virtual de centros de equipamiento científico.

La política de financiamiento de infraestructura científica del CFI tenía como condición aportar el 40% de recursos para cada proyecto en 2006, exigiendo que el 60% restante fuera aportado por otros socios públicos o privados que el solicitante captase. El objetivo, en Québec, para el 2010 es de aumentar esa proporción.

En general para 2010, Québec espera lograr que el 3% del PIB se destina a I+D+i, junto con reducir la proporción de financiamiento público del 40% al 34% contra un aumento del 60% al 66% de aporte privado.

El CFI cuenta con una amplia gama de instrumentos especializados para la adquisición, mantenimiento y operación de infraestructura para la investigación científica⁶:

El **Leading Edge Fund (LEF), o Fondo de Investigación de Punta**, orientado a reforzar las trayectorias de instituciones de investigación que posean un historial de aporte a la

⁵ Quebec Major Research Infrastructure <http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=4787>

⁶ Canada Foundation for Innovation: Policy and Program Lines, Julio 2008.

innovación canadiense y que estén ofreciendo la creación de nuevas ventajas competitivas para el país.

El **New Initiatives Fund (NIF), o Fondo de Nuevas Iniciativas**, similar al LEF pero en una versión que financia proyectos de investigación y equipamiento, sin una trayectoria de éxitos e innovaciones aún consolidada.

El **Leaders Opportunity Fund (LOF), o Fondo de Oportunidades Líderes**, que no financia equipamiento en si mismo, sino que esta destinado a atraer investigadores extranjeros de calidad a los centros de equipamiento de Québec, y retener a los mejores investigadores canadienses dentro de proyectos nacionales.

El **National Platforms Fund, o Fondo de Plataformas Nacionales**, es el fondo para la adquisición de infraestructura y equipamiento científico por excelencia. Está más especializado que el LEF/NIF y se encuentra todavía en su fase piloto con un proyecto de Infraestructura de Cálculo Computacional de Alto Rendimiento. Se espera que se convierta en la herramienta fundamental de inversión y de reinversión periódica para proyectos de equipamiento científico mayor.

El **Infrastructure Operating Fund (IOF), o Fondo de Operación de Infraestructuras**, diseñado para cubrir costes de mantenimiento y operación del equipamiento e infraestructura financiados con otros fondos como LEF/NIF y el National Platforms Fund.

Los destinatarios del programa son Investigadores Extranjeros, delegaciones de Quebec en el extranjero, Oficinas de Quebec en Canadá, Asociaciones, Grupos y Redes de investigación, Universidades, y departamentos y agencias extranjeras con las cuales Québec haya firmado un contrato de asociación.

Fuentes: <http://www.mdeie.gouv.qc.ca/index.php?id=4787>

III.2. Casos de Universidades que han implementado Programas de Equipamiento de uso Asociativo.

Se realizó una revisión de casos en que el uso asociativo del equipamiento está ya en funcionamiento, de modo de analizar la forma de operación de dichos programas. Se consideraron cuatro casos, de las cuales tres son extranjeros (todos de España) y uno es chileno. Un segundo caso chileno de interés, el caso LabMET, dada su relevancia, se estudia en mayor detalle en el siguiente capítulo. A continuación se muestra el detalle de los cuatro casos mencionados.

A. España

1. Servicios Científico-Técnicos (SCTs)

Entidad ejecutora: Universidad de Oviedo, España.

Antecedentes: Los SCTs de la Universidad de Oviedo son estructuras destinadas a dar soporte a grupos de investigación de la Institución, así como de otras instituciones públicas y privadas.

Objetivos del programa:

- Dar soporte investigador a los diferentes Equipos de Departamentos, Institutos y Centros de la Universidad de Oviedo.
- Desarrollar métodos y técnicas de apoyo a la investigación, los cuales se realizan de acuerdo con las directrices de política científica de la Universidad de Oviedo.
- Prestar servicio a centros públicos o empresas privadas. Estos servicios se prestan en el marco de convenios o acuerdos que se establezcan.

Modelo operacional: La utilización de un servicio determinado debe solicitarse al Jefe de Unidad del mismo o al personal técnico designado para tal efecto. En la actualidad, los servicios ofrecidos por los SCTs de la Universidad de Oviedo se dividen en cuatro categorías: Docencia, Investigación, Prestación de Servicio y Realización de Ensayos. Existe una tarifa diferenciada de acuerdo a los grupos de usuarios (personal de la Universidad, usuarios de otros organismos públicos y otros usuarios). La determinación de la tarifa es específica a la unidad de estudio.

Los instrumentos de apoyo del programa son:

- Atención a usuarios y mantenimiento de equipos.
- Investigación aplicada y puesta a punto de nuevas metodologías.
- Formulación y difusión de conocimientos.

Fuentes: http://www.sct.uniovi.es/index.php?option=com_frontpage&Itemid=1

2. Servicios Científico-Técnicos (SCT)

Entidad ejecutora: Universidad de Barcelona, España.

Antecedentes: Los SCT son un centro de la Universidad de Barcelona (UB), creado en 1987 y destinado a apoyar a la investigación de forma centralizada e integral. Los SCT suministran servicios y tecnología a la mayor parte de las especialidades científicas experimentales.

La infraestructura científica de los SCT está constituida por equipos modernos y de alta tecnología, valorados en más de 21 millones de euros (US\$26,2 millones). El mantenimiento de los equipos es responsabilidad de los SCT.

Los servicios que los SCT ofrecen son de interés para los siguientes sectores:

- Industria farmacéutica.
- Industria química: detergentes y tensoactivos, plásticos, polímeros, productos de alto valor añadido, etc.
- Industria agroalimentaria.
- Investigación biomédica.
- Conservación del patrimonio artístico y cultural.
- Centros de investigación científica y técnica.
- Ingenierías química y metalúrgica.
- Hospitales y clínicas.
- Controles de calidad.
- Materiales de construcción, electrónicos y microelectrónicas, semiconductores.
- Control y protección del medio ambiente.
- Minería, mineralogía y química ambiental.
- Otros (análisis forenses, análisis de muestras de papel, curtidos, tejidos, vidrios, etc.).

Objetivos del programa:

- a. Ofrecer apoyo a la investigación de la Universidad de Barcelona, de otras universidades y organismos públicos de investigación, y a centros privados.
- b. Integrarse en las redes de centros de apoyo a la investigación del Estado español y estructurarse dentro de las redes de grandes instalaciones científico-tecnológicas europeas.
- c. Desarrollar la investigación metodológica propia en las técnicas experimentales necesarias para mejorar u ampliar las prestaciones.
- d. Asesorar científicamente en la resolución de problemas técnicos y experimentales.
- e. Actuar como intermediarios en las relaciones universidad-empresa en el campo del desarrollo y de la transferencia tecnológica, y favorecer los servicios de apoyo a la innovación

Modelo operacional: Las unidades son las células básicas de funcionamiento y corresponden, en general, con una técnica instrumental concreta o un conjunto de técnicas afines, las cuales a su vez se agrupan en secciones de acuerdo al área de investigación. Las secciones están divididas en tres áreas: Área de Calidad de Vida y Recursos Naturales, Área de Tecnología de la Producción, y Área de medicina. La utilización de un servicio debe solicitarse al Jefe de Sección correspondiente. La tarifa varía de acuerdo a la sección y al grupo al que pertenece el usuario.

Fuentes:

http://www.sct.ub.es/w3/wesp/hom/hom_0000.htm

<http://www.ub.edu/finances/tarifas/tarifas.htm>

3. Red de laboratorios de Madrid (RedLab)

Entidad ejecutora: Universidad Carlos III de Madrid, quien coordina el programa.

Antecedentes: El proyecto RedLab es impulsado por entidades regionales en el marco del III Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica. RedLab es el núcleo coordinador de la red. La misión de RedLab es dar a conocer, facilitar y mejorar la prestación de servicios que se llevan a cabo en los laboratorios integrantes.

Objetivos del programa:

- a. Apoyar la innovación en Madrid, mediante la prestación de servicios que faciliten el acceso de las empresas y asociaciones empresariales a la oferta tecnológica de las Universidades y Centros Públicos de Investigación, para lograr el acercamiento entre la empresa y el sistema público de investigación.
- b. Dar a conocer y ofrecer, de forma conjunta, las posibilidades de ensayo o calibración de los laboratorios de los organismos públicos de investigación.
- c. Facilitar la implantación de la normativa de calidad en los laboratorios a fin de garantizar la adecuación a requerimientos de sus usuarios.
- d. Servir de enlace entre los laboratorios y sus clientes en temas de asesoramiento, análisis de demanda, garantías de calidad, y para facilitar a los clientes la obtención de los servicios que los laboratorios prestan.

Modelo operacional:

El programa presta los siguientes servicios:

- a. Gestión de contenidos de la Página Web
 - Mantenimiento y mejora de la Base de Datos de laboratorio.
 - Gestión de foros y consultas técnicas por parte de laboratorios.
 - Gestión de solicitudes por parte de las empresas
 - Gestión de la Base de Datos de expertos de la Red
- b. Servicios a Laboratorios.
 - Organización de cursos de formación.
 - Difusión de la calidad y acciones de colaboración entre laboratorios de Redlab.
- c. Gestión de relaciones con los clientes
 - Elaboración y difusión de Catálogo de laboratorios.
 - Difusión de los servicios Redlab a las empresas.
- d. Relaciones con organizaciones externas
 - Fomento de las relaciones externas

Fuente: <http://www.madrimasd.org/Laboratorios/Actividades/default.asp>

B. Chile

1. Laboratorio de Microscopía Electrónica

Entidad ejecutora: Universidad de Concepción.

Antecedentes: La técnica de microscopía electrónica puede satisfacer requerimientos relacionados con la investigación y la docencia que participan en distintas áreas del conocimiento científico y técnico.

El uso del laboratorio es abierto tanto para académicos y estudiantes de la Universidad de Concepción, como para las demás universidades del país y para el sector industrial.

Objetivos del programa.

Desarrollo de investigación científica y técnicas que contribuyan a la resolución de problemas de interés regional y nacional, tanto en el ámbito universitario como a nivel industrial e institucional. El programa beneficia a las siguientes disciplinas: Física, Química, Biología, Medicina, Metalurgia y, en general, la Ciencia de los Materiales.

Modelo operacional:

Los(as) investigadores(as) podrán hacer uso del laboratorio previa reservación. La tarifa difiere de acuerdo a, en el caso de existir, la institución que patrocina la investigación.

Fuente: <http://www.dinv.udec.cl/DInv/microscopia-apoyo.html>

III.3. Conclusiones y recomendaciones

A continuación se establecen las principales lecciones, ideas, y recomendaciones obtenidas del análisis de casos de programas de equipamiento científico y tecnológico:

- El caso de estudio del modelo australiano NCRIS es el que posee características más similares a lo que se pretende realizar de acuerdo al mandato presidencial, toda vez que está enfocado en áreas prioritarias, es de cobertura nacional, e incorpora el concepto del uso colaborativo de los equipos.
- La inversión en infraestructura de investigación científica-tecnológica debe ser desarrollada de modo de maximizar la contribución del sistema de I+D al desarrollo económico y al bienestar social del país.
- Los recursos en infraestructura deben ser focalizados en áreas donde Chile sea, o tenga el potencial de ser, líder internacional en investigación básica y aplicada.
- La infraestructura científica debe ser implementada en base a un sistema colaborativo, no excluyente y con cobertura nacional, de modo que la infraestructura financiada sirva al sistema de investigación e Innovación de forma

amplia, y no solo a las instituciones beneficiadas, promoviendo su uso interdisciplinario.

- Es recomendable que el fondo de financiamiento a la adquisición de infraestructura incluya montos destinados a financiar la operación de la infraestructura financiada.
- El programa debe velar por el adecuado acceso de los investigadores a la infraestructura financiada.
- Es recomendable financiar ítems de gasto en el diseño, desarrollo y construcción de infraestructura física que albergue el equipamiento a adquirir.
- Se debe exigir que un porcentaje del financiamiento sea obtenido de las instituciones postulantes o de otras contrapartes.
- Es deseable que también se diseñen iniciativas destinadas a lograr el acercamiento entre la empresa y el sistema público de investigación.
- Se debiera incluir como criterio de selección de las propuestas la calidad y necesidad de las propuestas, su contribución al fortalecimiento de la capacidad de innovación, y los beneficios potenciales que vaya a generar el proyecto de infraestructura para la investigación científica en Chile.

IV. Caso de Estudio LabMET

A continuación se presenta el caso de estudio de LabMET, un laboratorio de microscopía electrónica chileno, que presenta muchas características de interés para el desarrollo del programa de equipamiento científico que se desea implementar. Si bien dicho laboratorio fue construido gracias al aporte del Programa Mecesup con el propósito de apoyar en la formación de estudiantes de doctorado, objetivo que difiere de los del programa de equipamiento científico, su análisis permite rescatar valiosas ideas para la operación de las unidades o centros que reciban el financiamiento para la adquisición de equipamiento científico.

IV.1. Antecedentes

LabMET es un Laboratorio de Microscopía Electrónica de Transmisión de Alta Resolución, que presta los servicios de sus equipos científicos y de sus profesionales de forma remunerada a terceros. Está ubicado en la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, pero pertenece de manera conjunta a esta institución, a la Universidad Católica de Chile y a la Universidad de Santiago.

Los equipos del Laboratorio fueron adquiridos a través del programa Mecesup UCH205 "Red Nacional de Programas de Doctorado en Ciencias de los Materiales" de las Universidades de Chile, de Santiago y Católica de Chile, con el objetivo de mejorar las capacidades de estas instituciones para formar Doctores de los programas participantes al más alto nivel.

IV.2. El Laboratorio

El laboratorio cuenta con:

- Un microscopio electrónico de transmisión de alta resolución (HRTEM) marca FEI modelo Tecnai G2 F20 S-Twin equipado con un cañón de electrones que genera un haz de 2 Amstromgs de diámetro, altamente coherente y brillante.
- Un **Ion Mill: Rebajador y Pulidor Iónico** modelo 1010 Ion Mill, que es un sistema rebajador y pulidor de precisión controlado vía computador, para la creación de muestras (discos de 3 mm de diámetro) para TEM de alta calidad con grandes áreas de transparencia a los electrones.
- **Dimpling Grinder: Rebajador Mecánico** modelo 200, es un sistema mecánico avanzado para preparar muestras para microscopia electrónica.
- **Ultrasonic Disk Cutter: Cortadora de discos.** El cortador ultrasónico de discos modelo 170, corta rápidamente muestras para la microscopia electrónica de transmisión (TEM) de materiales duros y frágiles sin daño mecánico o térmico.

- Twin-Jet Electropolisher: Electropulidor. El Electropulidor electrolítico de materiales conductores es un método eficaz y rápido de producción de muestras para la microscopía electrónica de transmisión (TEM).

El laboratorio presta los servicios de:

- Preparación de muestras metálicas, cerámicas y poliméricas.
- Preparación de muestras mineralógicas y geológicas.
- Preparación de muestras de polvos (nano-partículas y micro-partículas).
- Preparación de muestras de películas delgadas y recubrimientos.
- Observación de muestras metálicas, cerámicas, poliméricas, biológicas, mineralógicas y geológicas (amorphas y cristalinas) en modos TEM convencional, TEM de alta resolución (HRTEM) y STEM.
- Nanodifracción, difracción de haz convergente (CBED) y difracción convencional (SAD).
- Nanoanálisis: Análisis químico puntual, perfiles de composición química, y mapeo elemental cuantitativo en el rango nanométrico.
- Visitas guiadas a alumnos de Enseñanza Superior y Enseñanza Media.

IV.3. Utilización de LabMET

El procedimiento para requerir los servicios de LabMET es el siguiente:

1. Ponerse en contacto con el administrador del LabMET, o algunos de los académicos, para pedir una cotización.
2. Una vez aceptada la cotización, llenar el formulario de reserva con los datos de facturación, este formulario se puede llenar en línea.
3. La entrega de las muestras, si se debe realizar una preparación de la(s) muestra(s), debe ser enviada en forma de disco delgado, entre 100 μm y 1 mm de espesor, y de 3 mm de diámetro. Se recomienda enviar un mínimo de 3 discos por material.
4. Las muestras, necesiten preparación o no, deben ser enviadas de forma física al laboratorio.
5. Una vez recibidas, se procede a programar el(los) día(s) para la utilización del Laboratorio de Microscopía Electrónica.
6. Según lo pedido por el cliente, se procede a entregar los resultados del análisis y las conclusiones finales por parte del operario y/o académico respectivo.

Si algún investigador no tiene claro como puede ayudarle la microscopía electrónica a su investigación o producto, este puede contactarse con algún académico perteneciente al LabMET, y ellos proceden a ayudarlo. La lista de académicos se encuentra en su página web.

Costos asociados a horas de análisis en laboratorio LabMET (2007-2009)

Investigadores de Red (Doctorados de materiales de la U. de Chile, Usach, PUC): 1,5 UF la hora.

Investigadores Externos: 3 UF la hora.

Empresas: 6 UF la hora.

Costos asociados a la preparación de muestras.

Investigadores de Red (U. de Chile, Usach, PUC): 1 UF cada muestra.

Investigadores Externos: 1,5 UF cada muestra.

Empresas: 3 UF cada muestra.

NOTA: Estos son precios unitarios, los paquetes de varias muestras para la preparación, puede tener un precio menor.

IV.4. Entrevista con LabMET

Se realizó una entrevista con el Doctor Ingeniero Rodrigo Palma Hillerns, Profesor Asociado de la Facultad de Ciencias Físicas y Matemáticas de la Universidad de Chile, y Director y Coordinador general de LabMET. Esta entrevista incluyó también a personal del laboratorio y a doctores usuarios de LabMET. El objetivo de la entrevista fue el de recoger la experiencia de LabMET, en cuanto conforma un centro de servicios de equipamiento y de personal científico y tecnológico con características similares al instrumento que se pretende crear el año 2009 en CONICYT. Además, se pretendía recabar en esta entrevista recomendaciones de diseño e implementación del Programa de Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor.

Las conclusiones y recomendaciones principales recogidas en esta entrevista se resumen a continuación.

Resumen de recomendaciones y conclusiones de la entrevista.

1. Historia de trabajo en conjunto con otras instituciones

- Existía un trabajo previo de colaboración con las otras instituciones que pertenecen a LabMET. La Universidad de Chile había adquirido un microscopio electrónico de barrido, y los investigadores fueron concordando en intereses comunes con los otros investigadores de las demás instituciones socias mediante reuniones en seminarios en un comienzo, y reuniones de trabajo para plantear un proyecto en común en una etapa posterior.
- El diseño del proyecto les tomó cerca de un año para la elaboración.
- Factores que permitieron el trabajo en conjunto: La preexistencia de relaciones previas entre las universidades en esta área de estudio e investigación, la existencia de una necesidad en común de equipamiento y servicios específicos (importante fue el hecho que se encontraban

constantemente en el extranjero, pues mandan las mismas muestras a analizar).

- Una vez que apareció el concurso para crear la red de doctorados, el proyecto tomo forma.

2. *Proceso de generación del proyecto*

- Se realizaron diversas reuniones de trabajo entre los interesados. Se estuvo de acuerdo en que la adquisición de un equipo de esas características permitiría un salto cuántico en la generación de investigación de frontera y en la generación de nuevos doctores.
- Se realizó un llamado interno en la red de académicos para ver quienes estaban interesados en el equipo. Esta reunión fue particularmente provechosa en términos del intercambio de información entre investigadores, quedando en evidencia la necesidad transversal a varios departamentos del equipo adquirir.

3. *Condiciones de diseño y operación*

Diseño:

- Dentro de las condiciones críticas detectadas, la necesidad de contar con la gente adecuada para la operación del equipo/servicio resulta fundamental. El manejo del equipo es una variable crítica que condiciona el éxito de la operación del equipo. Dada la complejidad del equipo instalado en LabMET, éste no puede ser operado por cualquiera, pues el operador debe estar adecuadamente entrenado para esta labor. En este sentido, recomiendan tener un técnico operador de alto nivel que este dedicado 100% a la operación adecuada del equipo.
- La habilitación de la infraestructura debe ser considerada, ya que dependiendo del tipo de equipamiento, se debe incurrir en costos elevados de habilitamiento de infraestructura.

Operación:

- Mantenimiento del TEM: En palabras de los investigadores, el equipamiento mayor debe tener una "Isapre", en el sentido que este cubierto en caso de falla y mantención preventiva/correctiva. Este aspecto se reconoce como sumamente crítico cuando existe una falla en el equipo, cuyo costo de reparación normalmente supera los 20.000 euros. De acuerdo a la información entregada, en el caso de LABMET, el último mantenimiento del equipo costó aproximadamente 28.000.-Euros.
- La recomendación en este aspecto fue que la compra del equipo mayor **debe** incluir un contrato de mantenimiento preventivo/correctivo de al menos la duración del proyecto, es decir, entre 3 a 4 años como mínimo.

4. *Aspectos de financiamiento*

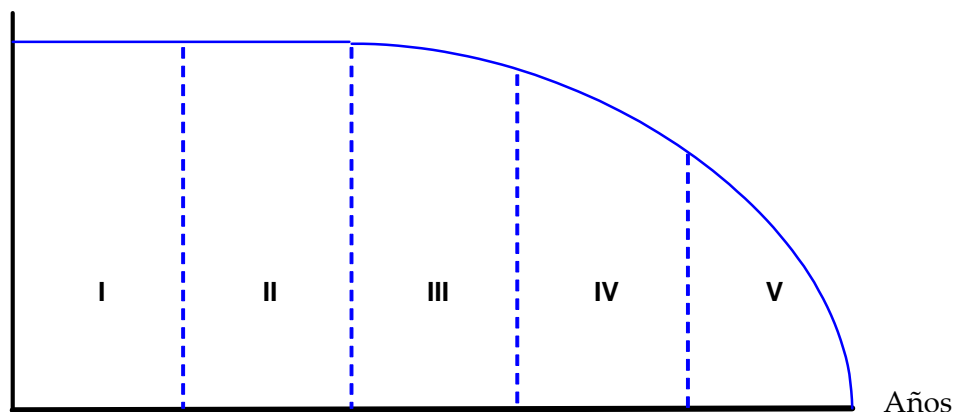
- Sobre este aspecto, una de las conclusiones importantes es que, en este momento, LabMET no es autofinanciable. En el caso de LabMET, en el

diseño actual está fuertemente orientado a I+D, más que a entregar servicios externos.

- Queda de manifiesto que un equipo de uso transversal, tiene un potencial mayor de lograr mejores y mayores niveles de autofinanciamiento.
- Se debe considerar la inclusión de seguros durante el traslado y sobre todo la operación del equipo, considerando seguro contra incendio y contra sismos.

Financiamiento en el tiempo:

Nivel de financiamiento



Como se aprecia en la figura anterior, de acuerdo a la experiencia en LabMET, se requiere un financiamiento completo durante los 2 primeros años, el cual podría ser decreciente durante el año 3, 4 y 5, para asegurar que el equipo funcione adecuadamente, y permita generar ingresos por servicios a partir del segundo año.

IV.5. Conclusiones y recomendaciones

El estudio del caso LabMET contiene información de alta utilidad para quienes postulen al presente concurso, en cuanto al modelo de gestión de los equipos, y al modelo de uso y prestación de servicios científicos y tecnológicos a terceros. Dentro de los aspectos presentados que puedan ser de utilidad para el diseño del programa, se destacan principalmente:

- Se estima conveniente que las instituciones que postulen asociadas tengan una historia de trabajo conjunto previa a la postulación, de modo que las necesidades de los equipos converjan a una necesidad común, y que sea más fácil la asociación y el uso compartido.

- Se estima necesario que exista financiamiento para los honorarios del personal de operación del equipo o servicio, para contar con los recursos humanos adecuados para el correcto funcionamiento de los equipos.
- Dada la complejidad de los equipos, estos no pueden ser operados por cualquiera, y quien lo opere debe estar adecuadamente entrenado para esa labor. Así, se rescata la iniciativa de establecer montos destinados a la capacitación del personal técnico de operación.
- Se debe considerar incluir fondos para la habilitación de la infraestructura, ya que dependiendo del tipo de equipamiento, se debe incurrir en costos elevados de habilitamiento.
- Se debe incluir fondos para el mantenimiento de los equipos. La compra del equipo debe incluir un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos la duración del proyecto (3 a 5 años).
- Es importante tener en cuenta que es probable que las iniciativas que se financien no sean completamente autosustentables en el tiempo, por lo que se debe contemplar financiamiento de largo plazo.
- Se debe considerar la inclusión de seguros durante el traslado y sobre todo la operación del equipo.

V. Identificación de Áreas Prioritarias

Para identificar el equipamiento científico y tecnológico a ser priorizado en este primer concurso piloto, es necesario tener un panorama del equipamiento científico existente en la actualidad en el país, y de las necesidades de equipamiento que tienen las instituciones que realizan investigación de punta a nivel nacional. Esto es, tener claridad sobre la oferta y la demanda de equipamiento científico existente, de modo de identificar así las necesidades de instalaciones que presentan una alta demanda insatisfecha, ya sea por ausencia, obsolescencia, dificultades en el acceso, o por la escasa capacidad existente.

Para tener un panorama amplio sobre la oferta de equipamiento científico existente actualmente en el país, es que CONICYT, en conjunto con el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, licitaron la realización de un Catastro de Equipamiento Científico a la Consultora Seminia Ltda., el que estará disponible en una plataforma web. Este catastro estará disponible a partir del año 2010, por lo que no pudo ser utilizado como insumo en la elección del equipamiento prioritario para este primer concurso piloto, pero si será tomado en cuenta en las futuras convocatorias.

Por otra parte, se realizó un sondeo a través de entrevistas presenciales, telefónicas o electrónicas, a los principales stakeholders en temas de investigación científica y tecnológica a nivel nacional, a modo de identificar las necesidades de equipamiento científico que existe hoy en día en el país desde el lado de la demanda. Así, se consultó a directores e investigadores principales de Centros Científicos y Tecnológicos de Excelencia, Centros Regionales de Investigación Científica, Consorcios Tecnológicos Empresariales de Investigación e Instituciones privadas de Investigación. Con este proceso se pretende identificar estratégicamente el equipamiento e infraestructura mayor a adquirir durante los próximos años. Esta consulta fue realizada durante los meses de marzo, abril y mayo del presente año, y permitió identificar una primera lista tentativa de iniciativas a privilegiar en este primer concurso piloto.

A su vez, se realizó un cruce de las disciplinas identificadas en las entrevistas a los stakeholders, con algunas prioridades identificadas por el Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, CNIC, referentes a equipamiento científico necesario para potenciar la investigación científica en los clusters prioritarios para el país. A continuación se presenta el desarrollo de ambas actividades y las conclusiones más importantes de este proceso.

V.1. Resultado de Consultas a Stakeholders Nacionales en I+D.

Durante los meses de marzo, abril y mayo de 2009, como ya se mencionó, se llevó a cabo una consulta a los principales stakeholders nacionales en temas de investigación científica, a fin de identificar las principales necesidades de equipamiento científico en el país.

El formato de la entrevista tenía por finalidad identificar el equipamiento de envergadura mayor que los entrevistados consideraran como relevantes y prioritarios para el desarrollo de las actividades de investigación, inexistente en el país, y cuya oferta no pueda ser cubierta por una sola institución, pudiendo cubrir dicho equipamiento las necesidades de una gran cantidad de usuarios. El formato de la entrevista se presenta como anexo 1. Como anexo 2 se incluye un listado de las instituciones que participaron de la consulta a través de entrevista a sus directores o investigadores principales.

En las entrevistas realizadas se consulto inicialmente por los equipos que se consideraban necesarios, para luego consultar por el tipo de 'laboratorio', 'centro' o 'conjunto funcional de equipos' en el que se podían clasificar los equipos inicialmente mencionados.

El siguiente listado presenta las iniciativas mencionadas por los distintos stakeholders entrevistados que representaron a sus respectivas unidades o centros de investigación, a las que se le agrega el número de preferencias que se manifestaron para cada iniciativa y su respectivo ranking:

Ranking	Unidad	Preferencias
1	Unidad de Génómica Funcional y Proteómica	13
2	Cluster Computacional	7
3	Centro de Microscopía Avanzada aplicada a la Biología Celular y Molecular	6
4	Bioterio Nacional	4
4	Red de Monitoreo Ecológico	4
6	Planta de Pilotaje	2
7	Laboratorio de Análisis de Biocombustibles	1
7	Centro de Caracterización de los Materiales	1
7	Laboratorio de Análisis Químico Nacional	1
7	Laboratorio de Certificación de la Calidad de la Lana y de la Carne	1
7	Laboratorio de Trabajo con Agentes de Alta Peligrosidad	1
7	Centro de Investigación en Acuicultura de Alta Mar	1
7	Centro de Diagnóstico Reproductivo Ovino y de manejo Animal	1
7	Centro de Captura y Análisis mediante Percepción Remota	1

En el cuadro se aprecia que los actores entrevistados manifiestan la alta necesidad de contar en el país con una Unidad de Génómica Funcional y Proteómica, la que obtiene trece preferencias. En segundo lugar, se menciona como altamente necesario el poseer un Cluster Computacional de tamaño medio que tenga una alta capacidad de cálculo, iniciativa que obtuvo siete preferencias. Como tercera preferencia aparece el Centro de Microscopía Avanzada aplicada a la Biología Celular y molecular, la que obtiene 6 menciones entre los entrevistados. Con cuatro preferencias lo siguen las iniciativas de

Bioterio Nacional y de Red de Monitoreo Ecológico. La última iniciativa que obtiene más de una preferencia es la Planta de Pilotaje, con dos menciones.

Adicionalmente a sus preferencias, muchos de los actores entrevistados manifestaron ciertas inquietudes y elaboraron ciertas recomendaciones para la estructuración del nuevo concurso. Entre estas recomendaciones, las más mencionadas se presentan a continuación:

- Los consultados manifestaron que era de primera necesidad que se incluyeran fondos destinados a financiar la construcción, remodelación o adecuación de infraestructura física, pues resulta primordial que el equipamiento que se financie se encuentre en instalaciones adecuadas para su correcto funcionamiento.
- Se estima necesario que existan recursos para financiar el mantenimiento y la reparación de equipos dañados o con desperfectos, ya que muchas veces las instituciones no cuentan con fondos que les permitan realizar estas actividades, quedando el equipamiento en desuso por no contar con las condiciones técnicas adecuadas.
- Se debería incluir recursos para el pago de honorarios del personal técnico que opere los equipos, pues los equipos de gran envergadura (como los que se pretende financiar) muchas veces requieren de una persona que se dedique por tiempo completo a su operación. Es difícil que las instituciones que realizan investigación y desarrollo cuenten por sí solas con fondos para este ítem.
- Se debiera incluir montos destinados a la capacitación de personal en la operabilidad de la maquinaria, pues muchos de los equipos requieren recursos humanos capacitados con conocimiento muy específico para operarlos.
- El programa debería incluir montos destinados a cubrir los gastos de traslado, instalación, así como todos los seguros y gastos en que se incurre en el proceso de dejar operativo el equipamiento.
- Los consultados recomendaron que se asegurase de algún modo que los equipos financiados pudiesen ser utilizados abiertamente por una gran cantidad de instituciones e investigadores. Esto, debido a que en Chile existen en las instituciones que realizan I+D+i muchos equipos que serían de mucha utilidad para investigaciones realizadas en otras instituciones, las cuales no tiene acceso a dicho equipamiento, que muchas veces se encuentra en desuso.
- Por último, el programa debiese dejar abierta la posibilidad a que postulen iniciativas de 'escalamiento' de los equipos existentes, pues

hay casos en que solo se requiere comprar un equipo particular que complemente los que ya poseen las instituciones postulantes.

V.2. Recomendaciones del CNIC.

El Consejo Nacional de Innovación para la Competitividad, a través de su 'Estudio de competitividad en *Clusters* de la economía chilena' identifica una serie de sectores productivos que toman el carácter de prioritarios para el país⁷. Sin embargo, existe la necesidad de consensuar, por una parte, las necesidades de equipamiento científico que manifestaron los stakeholders nacionales en investigación científica y tecnológica, y por otra, las prioridades que presenta el país en cuanto a los sectores productivos a privilegiar.

Así, el CNIC elaboró un documento de trabajo⁸ en el que se esbozan sus recomendaciones al programa de Centros de Servicios de Equipamiento Científico en Áreas Prioritarias. Las principales recomendaciones de este documento se resumen a continuación:

- El CNIC propone avanzar en incrementar la actividad científica y lograr que buena parte de los recursos públicos que se destinen a incentivar la ciencia de base en Chile se oriente por prioridades estratégicas nacionales.
- La definición de estas prioridades estratégicas, derivadas de una política nacional de desarrollo, permitirá establecer una Política Nacional de I+D.
- Para llevar adelante esta selectividad, el CNIC propone usar como un criterio relevante para esta decisión los antecedentes recogidos hasta ahora en el estudio sobre las demandas de capacidades científicas de cuatro de los sectores de alto potencial competitivo priorizados por la Estrategia de Innovación⁹.
- El Consejo estima pertinente distinguir entre las necesidades de equipamiento asociadas a : i) formación de capital humano, ii) investigación, iii) desarrollo y iv) provisión de bienes públicos, las que debieran ser atendidas desde el sector público por diferentes instituciones, debiendo concentrarse la acción de CONICYT en el fortalecimiento de investigación de base, dejando a CORFO el apoyo a actividades más comúnmente entendidas como de desarrollo tecnológico, y a instituciones como Mecesup y el futuro Sistema Nacional de Institutos Tecnológicos (SNITec, propuesto por el CNIC en la Estrategia Nacional de Innovación) el fortalecimiento de la infraestructura para la formación de capital humano y la generación de bienes públicos, respectivamente.
- Las necesidades de equipamiento científico mayor que se visualizan con mayor urgencia en los sectores estudiados, y que se encuentran en la categoría de

⁷ Acuicultura, Offshoring, Turismo, Porci-avicultura, Minería del cobre, Fruticultura, Alimentos procesados, Servicios financieros, Logística y transporte, Comunicaciones, y Construcción.

⁸ Recomendaciones del Consejo de Innovación respecto de los Centros de Equipamiento Científico Mayor, Documento de trabajo del 2 de junio de 2009.

⁹ Acuicultura, Alimentos procesados, fruticultura y minería.

investigación y, por lo tanto, materia de preocupación directa de CONICYT, son los siguientes:

1. **Facilidades para Servicios Genómicos.** Las capacidades de genómica, proteómica, secuenciamiento y otras relacionadas, se requieren transversalmente a los sectores analizados, con el objetivo general de mejorar las propiedades de los productos nacionales. Estas capacidades son necesarias de instalar localmente debido a, por ejemplo, la necesidad de adaptar especies a condiciones locales o la necesidad de independizarse de la propiedad intelectual extranjera, potenciando la nacional.
 2. **Facilidades para Servicios Computacionales Masivos.** Directamente ligadas a potenciar las capacidades en bioinformática. Para esta potenciación se percibe la necesidad de equipamiento computacional que permita el procesamiento paralelo, ya sea de tipo cluster computacional o bien de computación en grilla.
 3. **Facilidades para Mantenimiento y Provisión de Individuos y Material Genético Acuático.** Para proteger las investigaciones destinadas a preservar el patrimonio genético nacional, mejorar la genética de especies y permitir el acceso de la industria a material genético para producción y testeo, se requiere de instalaciones animales, denominadas bioterio, que conserven individuos de distintas especies protegidos de posible contaminación externa.
- El Consejo entiende que el requerimiento de Capacidades de Pilotaje para alimentos debiera ser abordado desde el instrumental de CORFO, atendiendo a la distinción entre formación de capital humano, investigación, desarrollo y provisión de bienes públicos.
 - El CNIC recomienda además que se incluya la posibilidad de que los proyectos se puedan basar en la actualización y modernización de equipamiento ya existente.
 - Por último, el CNIC recomienda que el instrumento a generar financie equipamiento de uso compartido, de modo que este sea ampliamente utilizado por la totalidad de investigadores del país que así lo requieran.

V.3. Conclusiones y recomendaciones

Como se puede apreciar, las iniciativas recomendadas por el CNIC coinciden ampliamente con las iniciativas identificadas en el proceso de consulta a los stakeholders. En virtud de las necesidades manifestadas por ambas instancias, se propone que el primer Concurso Nacional de Centros de Servicios de Equipamiento Científico y Tecnológico Mayor de uso Compartido se focalizará en las siguientes iniciativas:

a. Centro de Servicios Computacionales de Alta Capacidad:

Conglomerado de computadoras y/o servidores enlazados mediante la utilización de componentes de hardware comunes, unidos a través de una red de alta velocidad, y que en su conjunto se comportan como si fuesen una única computadora de alta potencia, que permite desarrollar y manejar altos volúmenes de información. Este centro debe proveer de una alta capacidad de cálculo, una alta conectividad, una alta disponibilidad¹⁰, la capacidad de realizar cómputo adaptativo¹¹, y poseer una escalabilidad adecuada para permitir de manera fácil el crecimiento posterior. El centro debe permitir incrementar significativamente las capacidades computacionales del país a través del procesamiento paralelo, y cubrir así la demanda por cómputo avanzado de las instituciones de investigación de las diversas disciplinas científicas y sectores productivos prioritarios que lo requieran.

b. Bioterio:

Centro que permita reproducir, criar, mantener y utilizar animales de laboratorios, de forma pura y/o genéticamente modificados, necesarios para el desarrollo de investigaciones tanto para disciplinas científicas como para cubrir las necesidades de los sectores productivos. El Bioterio debe prestar servicios desde la etapa de investigación, pasando por la fase de desarrollo hasta la etapa de control de calidad de productos. Se considerarán también iniciativas en especies acuícolas, para lo cual sus instalaciones deberán permitir la investigación destinada a mejorar la genética de especies, y permitir el acceso de la industria a material genético para producción y testeo en instalaciones protegidas de posible contaminación externa.

El Bioterio debe cumplir con todas las disposiciones legales nacionales vigentes (ambientales, de salud, y otras) para este tipo de iniciativas, y con estándares internacionales para su funcionamiento y acreditación. Además deberá contar con equipamiento de alta tecnología y con un riguroso control automatizado de los parámetros ambientales.

c. Centro de Microscopía Avanzada:

Centro conformado por un conjunto de microscopios y equipamientos avanzados, que permitan obtener secuencias de imágenes de organismos vivos a través de sus distintas capas superpuestas así como de sus superficies, y otras aplicaciones de microscopía relevantes para la biología molecular, la biología celular y la biomedicina, entre otros. Deberá incluir preferentemente equipos de microscopía de excitación de dos fotones, y microscopios de reflexión total interna fluorescente (TIRF, por sus siglas en inglés), entre otros.

¹⁰ Definida como la capacidad que presentan un conjunto de dos o más servidores y/o computadores (que mantienen servicios compartidos y que realizan monitoreo entre si) de, en caso de falla de un servidor, arrancar automáticamente los servicios que han fallado en cualquiera de las otras computadoras y/o servidores conectadas. Cuando la máquina que falla se recupera, los servicios son nuevamente migrados a la máquina original.

¹¹ Característica de repartir las peticiones y carga de servicio que reciban el conjunto de servidores conectados, de modo de acelerar el funcionamiento.

d. Centro de Servicios de Genómica y Proteómica: Centro conformado por todo el equipamiento necesario para el desarrollo del estudio de la expresión génica y las relaciones dinámicas entre genes, proteínas y variables ambientales para organismos tanto vegetales como animales, bacterias, hongos entre otros. Debe permitir el desarrollo de metodologías para detectar la variación genética y de tecnologías para examinar la expresión genética del genoma, tales como la secuenciación. Además, debe ofrecer conocimientos técnicos y herramientas necesarias para todas las fases de los análisis genómicos y proteómicos, que abarcan desde la preparación de una muestra hasta el análisis y la administración de datos.

Adicionalmente, de ambas instancias, la consulta a los stakeholders y las recomendaciones del CNIC, se obtuvo las siguientes recomendaciones:

- Se debe incluir recursos destinados a financiar la construcción, remodelación o adecuación de infraestructura física, para que el equipamiento que se financie se encuentre en instalaciones adecuadas para su correcto funcionamiento.
- Se debe incluir dentro de los ítems de gasto del proyecto subsidiado el mantenimiento y la reparación de equipos dañados o con desperfectos.
- Se debe incluir recursos para el pago de honorarios del personal técnico que opere los equipos.
- Se debe incluir recursos destinados a la capacitación de personal que operará los equipos.
- El programa debiera incluir recursos destinados a cubrir los gastos de traslado, instalación, así como todos los seguros y gastos en que se incurre en el proceso de dejar operativo el equipamiento.
- Se debe asegurar que los equipos financiados puedan ser utilizados abiertamente por una gran cantidad de instituciones e investigadores.
- Finalmente, se recomienda que se incluya la posibilidad de que los proyectos se puedan basar en la actualización y modernización de equipamiento ya existente.

VI. Conclusiones Finales

El presente documento describe en detalle los procesos y actividades efectuadas por el Departamento de Estudios y Planificación Estratégica, el Programa de Investigación Asociativa (PIA), ambos de Conicyt, y la División de Innovación del Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, a fin de definir el equipamiento prioritario y las principales características que debe tener el Primer Concurso Piloto de Equipamiento Científico en Áreas Prioritarias anunciado por S.E. la presidenta de la República Michelle Bachellet Jeria en el discurso del 21 de mayo de 2008.

De los procesos y actividades llevadas a cabo se obtuvieron diversas ideas, sugerencias y recomendaciones para la definición de las características que debiese tener el concurso. Al respecto, cabe notar que muchas de estas recomendaciones fueron recabadas en más de una instancia, pues se observó un amplio consenso entre las distintas fuentes primarias y secundarias de información, en cuanto a las características que debiese tener el mencionado programa.

A continuación se esbozan las principales conclusiones y recomendaciones resultantes del los procesos descritos en los capítulos precedentes, la mayoría de las cuales fueron plasmadas en las bases del concurso:

1. La inversión en infraestructura de investigación científica-tecnológica debe ser desarrollada de modo de maximizar la contribución del sistema de I+D al desarrollo económico y al bienestar social del país.
2. Se considera altamente necesario que se genere en el país un Fondo concursable para el financiamiento a la adquisición de equipamiento científico para las instituciones de investigación sin fines de lucro. Se recomienda que dicho fondo sea de US\$ 20 millones anuales en un inicio, dada la alta necesidad existente, disminuyendo a US\$ 10 millones en años posteriores.
3. Los recursos en infraestructura deben ser focalizados en áreas donde Chile sea, o tenga el potencial de ser, líder internacional en investigación básica y aplicada.
4. A través del proceso de consulta a stakeholders, y estableciendo un cruce con las prioridades identificadas por el CNIC, y considerando las recomendaciones del CRUCH y de la Academia Chilena de Ciencias, se identificaron 4 áreas prioritarias a considerar en este primer concurso. Estas son: Centro de Servicios Computacionales de Alta Capacidad, Bioterio, Centro de Microscopía Avanzada, y Centro de Servicios de Génómica y Proteómica.
5. La infraestructura científica debe ser implementada en base a un sistema colaborativo, no excluyente y con cobertura nacional, de modo que la infraestructura financiada sirva al Sistema Nacional de Investigación e

Innovación de forma amplia, y no solo a las instituciones beneficiadas, promoviendo su uso interdisciplinario.

6. Se debe contemplar financiamiento para la operación de la infraestructura financiada.
7. El programa debe velar por el adecuado acceso de los investigadores a la infraestructura financiada, y debe financiar ítems de gasto en el diseño, desarrollo, construcción y/o adecuación de infraestructuras.
8. Se debe exigir que un porcentaje del financiamiento sea obtenido de las instituciones postulantes o de otras contrapartes.
9. Es deseable que también se diseñen iniciativas destinadas a lograr el acercamiento entre la empresa y el sistema público de investigación.
10. Se estima conveniente que las instituciones que postulen asociadas tengan una historia de trabajo conjunto previa a la postulación, de modo que las necesidades de los equipos converjan a una necesidad común, y que sea más fácil la asociación y el uso compartido.
11. Se estima necesario que exista financiamiento para los honorarios del personal de operación del equipo o servicio, para contar con los recursos humanos adecuados para su correcto funcionamiento.
12. Se debe establecer recursos destinados a la capacitación del personal técnico que operará los equipos.
13. Se debe tener en cuenta a la hora de seleccionar las iniciativas a financiar, y en la evaluación de las propuestas, el aspecto internacional. Esto es, el estado del arte internacional, la existencia del equipo en otros países, y el costo de enviar muestras al extranjero, y cuantas instituciones en Chile están usando ese servicio.
14. Se debe considerar incluir recursos para la habilitación de la infraestructura, ya que dependiendo del tipo de equipamiento, estos costos son elevados, dejando poco margen a las instituciones para financiarlo por sí solas.
15. Se debe incluir recursos para el mantenimiento de los equipos. La compra del equipo debe incluir un contrato de mantenimiento preventivo y correctivo de al menos la duración del proyecto (3 a 5 años).
16. Se estima necesario contar con una Unidad de Gestión del equipamiento, para potenciar y mejorar su uso y la entrega de servicios externos.

17. Es importante tener en cuenta, que es muy poco probable que las iniciativas que se financien sean autosustentables en el tiempo, por lo que se debe contemplar financiamiento basal de largo plazo.
18. Se debe considerar la inclusión de seguros durante el traslado y durante la operación del equipo.
19. El programa debiera incluir montos destinados a cubrir los gastos de traslado, instalación, así como todos los seguros y gastos en que se incurre en el proceso de puesta en marcha del equipamiento.
20. Se debe asegurar que los equipos financiados puedan ser utilizados abiertamente por una gran cantidad de instituciones e investigadores.
21. El uso del equipamiento debe ser pagado por sus usuarios, esto con el fin de generar recursos para su autofinanciamiento creciente y excedentes que ayuden a su futura reposición.
22. Finalmente, se recomienda incluir en el concurso la posibilidad de financiar proyectos que requieran la actualización y modernización de equipamiento ya existente.

ANEXO 1

Como anexo 1 se presenta el formato de la entrevista realizada a los stakeholders nacionales en temas de investigación científica y tecnológica. Esta entrevista cuenta de una presentación del tema y a continuación un listado de siete preguntas que fueron respondidas por los entrevistados.

CENTROS DE SERVICIOS DE EQUIPAMIENTO MAYOR EN ÁREAS PRIORITARIAS

En el último discurso del 21 de Mayo, S.E. la presidenta de la Republica Michelle Bachelet Jeria, anunció;...*“Durante los próximos dos años estableceremos un programa de equipamiento científico en áreas prioritarias. A ello destinaremos 30 millones de dólares”*.

Para cumplir con el mandato de la presidenta de la república, CONICYT en conjunto con el Ministerio de Economía, Fomento y Reconstrucción, mediante consultoría licitada, comenzará en los próximos meses a catastrar el equipamiento científico que poseen las instituciones de ciencia y tecnología dedicadas a la investigación y desarrollo, actualizando el levantamiento realizado los años anteriores por el programa Bicentenario de Ciencia y tecnología. De este modo, se dispondrá de las capacidades actuales de equipamiento existente en el sistema, lo que permitirá comenzar un proceso sistemático de validación con actores locales y extranjeros, de modo tal de identificar estratégicamente el equipamiento e infraestructura mayor a adquirir durante los próximos años.

Sin embargo, dado que existen necesidades de equipamiento e infraestructura reconocidas de manera transversal, es posible comenzar el año 2009 con una primera convocatoria, la que deberá ir en la línea de las condiciones señaladas a continuación:

1. Adquisición de equipamiento mayor, que sea de utilidad para distintas disciplinas e instituciones. Es decir, se contemple un uso para un amplio número de actores cubriendo necesidades transversales.
2. Que signifique dotar al país de equipamiento e infraestructura acorde con estándares internacionales, lo que implica inversiones de alto costo (superior a US\$1,5 millón aproximadamente).
3. Alto impacto en investigación de frontera, ojala vinculada estrechamente con las necesidades de los diversos sectores productivos.

Esto conduce a la convocatoria hacia la conformación de un centro y/o institución que deberá contemplar tanto el equipamiento mayor a adquirir como el acceso a este por otros centros y/o instituciones que así lo dispusieran.

En consecuencia, y considerando las necesidades que presenta su institución en cuanto a equipamiento que permita realizar investigación de frontera, así como también su conocimiento de las necesidades del sistema y de aquellos nichos de investigación necesarios para el desarrollo del país, se le pide dar respuesta a nuestras siguientes inquietudes:

1. ¿Qué tipo de *centro/equipamiento* sugiere para una futura convocatoria?
2. ¿Quiénes podrían beneficiarse de este? (refiérase a la demanda potencial).
3. ¿Cual sería su tasa de uso?
4. ¿Qué modelo sería el más adecuado? (se refiere a la posibilidad que se presente un conjunto de instituciones, consorcios de universidades, etc.)
5. ¿Existe en Chile algo al respecto? ¿Dónde y a quién(es) pertenece?
6. ¿Existe disponibilidad a nivel regional? (básicamente Sudamérica, pero también en América Latina)
7. ¿Cuáles son los países líderes en el mundo?

ANEXO 2

Listado de Instituciones que participaron de la consulta

I. Centros de I+D de Excelencia:

- Fundación Ciencias para la Vida / Instituto de Biología Fundamental y Aplicada
- Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas, CEAZA
- Instituto Sistemas Complejos de Ingeniería
- Instituto de Ecología y Biodiversidad, IEB
- Instituto de Dinámica Celular y Biotecnología
- Unidad de Desarrollo Tecnológico, Universidad de Concepción
- Centro de Regulación Celular y Patología, CRCP
- Centro de Investigación Oceanográfica en el Pacífico Sur-Oriental, COPAS
- Centro de Modelamiento Matemático, CMM
- Centro de Investigación Avanzada en Ciencias de los Materiales, CIMAT
- Centro de Estudios Avanzados en Ecología y Biodiversidad, CASEB
- Centro de Estudios Moleculares de la Célula, CEMC

II. Consorcios Tecnológicos Empresariales:

- Consorcio para la Vid y el Vino, Vinnova – Tecnovid
- Sistema Operacional Geomecánico, MICOMO
- Desarrollo de Servicios de Valor Agregado IMS y sus Tecnologías para la Industria de Telecomunicaciones, Sixlabs
- Consorcio Tecnológico para el Desarrollo de Soluciones Robóticas en la Industria Minera, MIRS
- Inbiocriopec
- Gen Berries
- Consorcio Bioanimal
- Aquainnovo
- Acuicultura en Zonas Expuestas en Chile
- Biomedicina Clínico Molecular Aplicada
- Centro de Tecnología e Innovación para el Cáncer
- Productos de alto Valor Agregado a partir de Corrientes Residuales
- Producción de Nuevas Variedades de Vides y Frutales de Carozo
- Consorcio Tecnológico de la Industria Hortofrutícola de Exportación
- Consorcio Tecnológico de la Leche
- Consorcio Tecnológico Apícola
- Consorcio Tecnológico de la Papa
- Consorcio Tecnológico Ovino

III. Instituciones Privadas de I+D:

- Fundación Chile

