



ESTUDIOS
DE MERCADO

2018



El mercado de la industria de la ciencia en Canadá

Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Ottawa

Este documento tiene carácter exclusivamente informativo y su contenido no podrá ser invocado en apoyo de ninguna reclamación o recurso.

ICEX España Exportación e Inversiones no asume la responsabilidad de la información, opinión o acción basada en dicho contenido, con independencia de que haya realizado todos los esfuerzos posibles para asegurar la exactitud de la información que contienen sus páginas.

icex



12 de abril de 2018
Ottawa

Este estudio ha sido realizado por
Carlos Domene González y David Velasco Gail

Bajo la supervisión de la Oficina Económica y Comercial
de la Embajada de España en Ottawa

Editado por ICEX España Exportación e Inversiones, E.P.E., M.P.



Índice

1. Resumen ejecutivo	4
2. Definición del sector	7
2.1. Delimitación del sector	7
2.2. Clasificación arancelaria	8
3. Oferta – Análisis de competidores	11
3.1. Mercado global	11
3.2. Mercado en Canadá	13
4. Demanda	16
4.1. Principales instituciones que gestionan ICTS y GIC	16
4.1.1. National Research Council (NRC)	17
4.1.2. Canadian Space Agency (CSA)	23
4.1.3. TRIUMF	28
4.1.4. Canadian Light Source (CLS)	35
4.1.5. SNOLAB	36
4.1.6. Atomic Energy Canada Limited (AECL)	37
4.2. Otras instituciones	39
5. Percepción del producto español	41
6. Acceso al mercado – Barreras	44
6.1. Licitaciones y marco legal	44
6.2. Barreras	47
6.3. Cooperación tecnológica internacional	47
7. Perspectivas del sector	49
8. Oportunidades	52
8.1. Presupuesto federal 2018	53
9. Información práctica	55
9.1. Principales ferias y conferencias en Canadá y Estados Unidos en 2018	55
9.2. Asociaciones y organizaciones	56
9.3. Revistas	56

1. Resumen ejecutivo

La Industria de la Ciencia (IdC) engloba al conjunto de empresas que trabajan para instituciones dedicadas a la concepción, diseño, construcción, explotación y mantenimiento de instalaciones e instrumentos científicos de diversos sectores como la astrofísica, física de partículas, fusión nuclear, biotecnología y ciencias de la vida o nanotecnología. Dichas instalaciones se dividen en Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS) a nivel nacional y Grandes Instalaciones Científicas (GIC) a nivel internacional, dónde los distintos estados socios contribuyen de diversas maneras: mediante recursos económicos (*in cash*), con recursos en especie (*in kind*) y con personal científico y tecnológico, obteniendo finalmente un retorno económico por la compra de productos y servicios por parte de la instalación al país miembro.

Concretamente, en este estudio de mercado se van a abordar las disciplinas relacionadas con la “Gran Ciencia”: astrofísica, física de partículas y fusión nuclear.

El mercado global de la Industria de la Ciencia está estimado en aproximadamente 100.000 millones de euros por cada periodo de tres años entre Grandes Instalaciones Científicas, Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares y el mercado libre de la ciencia; y su crecimiento anual medio es del 5,5%. La IdC se concentra en aproximadamente 12 países o regiones, destacando Estados Unidos con una inversión de 11.184 millones de euros anuales, Europa con 9.557 millones de euros anuales, China con 7.232 y Japón con 4.201.

El mercado canadiense, el octavo en importancia, se estima en 764 millones de euros anuales, por encima del español (490 millones de euros). En dicho mercado operan diferentes empresas especializadas en el sector, donde destacan ABB Bomem, Alstom Power Canada, Bristol Magellan Aerospace, Hatch y Telesat, por tener unas ventas totales aproximadas superiores a los 50 millones de dólares canadienses.

Las principales instituciones que demandan equipos e instalaciones dentro del subsector de la astrofísica son el National Research Council (NRC) y la Canadian Space Agency. El NRC gestiona el Dominion Astrophysical Observatory, el Dominion Radio Astrophysical Observatory y diferentes participaciones canadienses en GIC como en el Thirty Meter Telescope, en el Square Kilometre Array, en el Observatorio Canadá-Francia-Hawái, en ALMA o en Gemini. Por su parte, la Canadian Space Agency gestiona la participación canadiense en el James Webb Space Telescope o en la Estación Espacial Internacional.



En relación con la física de partículas, los organismos principales en Canadá son TRIUMF, Canadian Light Source y SNOLAB. TRIUMF es uno de los principales laboratorios de física subatómica del mundo, focalizado en diferentes líneas de investigación como aceleradores de partículas, desarrollo de detectores, ciencia molecular y de los materiales, ciencias de la vida y medicina nuclear, física de partículas y haces de isótopos raros. TRIUMF gestiona la participación canadiense en proyectos internacionales como ATLAS, T2K y The Ultra-Cold Neutron Facility. Canadian Light Source es el centro líder de excelencia en la investigación relativa a sincrotrones y sus aplicaciones en Canadá y, por último, SNOLAB es un laboratorio de ciencia subterráneo especializado en física de neutrinos y materia oscura.

Con respecto a la fusión nuclear, Atomic Energy Canada Limited (AECL) gestiona los Canadian Nuclear Laboratories (CNL), donde se encuentran los Chalk River Laboratories y la instalación Tritium, involucrada en varias actividades de I+D relacionadas con el tritio y la fusión nuclear.

Las empresas españolas que se dedican a la industria de la ciencia suelen ser grandes empresas de ingeniería y construcción, las cuales tienen una gran reputación en Canadá, así como internacionalmente, aunque estas basen sus actividades en Canadá en otros sectores. En los últimos años, la participación de empresas españolas en diferentes ferias del sector, como SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation y la International Particle Accelerator Conference (IPAC), ha sido muy resaltable.

Destacable es, a su vez, la candidatura de la ciudad de Granada para albergar las instalaciones del proyecto sobre energía de fusión nuclear IFMIF-DONES o la firma de un acuerdo entre el Observatorio Internacional del TMT y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) para albergar el TMT en el Observatorio Roque de los Muchachos en caso de que su construcción en Mauna Kea (Hawaii) fuese inviable.

Respecto a los sectores con mayores expectativas de desarrollo, destaca el estudio de la materia, ya que aporta los elementos genéricos para el conocimiento del universo y es un importante motor de la astrofísica, la biología, la ciencia de materiales y otros subsectores. Es por ello que cabe esperar que las inversiones en aceleradores de partículas sigan continuando. Por otra parte, la versatilidad de las tecnologías implicadas y sus posibilidades de aplicación en amplios campos de investigación, puede llevar a un incremento de las instalaciones FEL (láseres de electrones libres) y de láseres en condiciones extremas de pulso, tiempo y energía, ya que pueden abrir paso a soluciones menos costosas que las actuales en una gran diversidad de aplicaciones.

Según la Canadian Nuclear Association, se espera que la fusión nuclear sea una realidad tangible para el año 2050, en la que Canadá jugará un papel potencialmente importante, sobre todo en el caso de los reactores de fusión pequeños y modulares.



Desde la perspectiva de la física subatómica, son varios los proyectos e iniciativas que prometen mejorar el conocimiento que tenemos actualmente del universo, los cuales comenzarán su desarrollo en los próximos años y, durante el periodo 2022-2026, requieran una cantidad significativa de capital. Por ejemplo, se está considerando para los próximos años la extensión del acelerador y separador de partículas perteneciente a TRIUMF (ISAC), lo que incluiría la construcción de un anillo de almacenamiento de iones que reciba iones acelerados de ISAC-II.

Por otro lado, es necesario destacar la iniciativa global denominada “Mission Innovation”, de la cual Canadá forma parte con el objetivo de acelerar la innovación energética para convertir al país en uno de los nueve países que han incluido la energía nuclear y, por tanto, la fusión nuclear, como parte de su plan para duplicar el gasto nacional en energías limpias e investigación.

Por último, otra oportunidad se refleja en los presupuestos federales de 2018, en los que se destinan más de 1.300 millones de dólares canadienses durante cinco años para inversiones en laboratorios, equipos e infraestructuras de investigación.

icex

2. Definición del sector

2.1. Delimitación del sector

De acuerdo con la Asociación Española de Industria de la Ciencia (INEUSTAR), la Industria de la Ciencia (IdC) puede definirse como “el conjunto de empresas que trabajan para las organizaciones dedicadas a la concepción, diseño, construcción, explotación y mantenimiento de las instalaciones e instrumentos científicos de cualquier ámbito, contribuyendo así al avance de la ciencia y la tecnología y al fortalecimiento de la innovación tecnológica”.¹

La Industria de la Ciencia abarca sectores tan diversos como pueden ser la astrofísica, física de partículas, fusión nuclear, biotecnología y ciencias de la vida, nanotecnología, etc. Para más información acerca del sector de la Biotecnología en Canadá se puede consultar el Estudio de Mercado realizado por la Oficina Económica y Comercial de España en Ottawa en 2017.²

El conjunto de disciplinas en las que se va a centrar este estudio también son conocidas como “Gran Ciencia”, y suelen estar asociadas a la investigación de la naturaleza de la materia, de sus fuerzas y sus elementos o a la investigación espacial, de nuevas energías, del comportamiento terrestre, etc. Además de ayudarnos a comprender mejor el cosmos, generan conocimiento y tecnologías transversales aplicables a industrias de origen diferente. Estas disciplinas son:

- **Astrofísica:** utiliza los métodos y las leyes de la física para estudiar las propiedades de los astros, así como su origen y evolución.
- **Física de partículas:** es el campo de la física que estudia las partículas más pequeñas de la materia en el universo y las relaciones entre ellas.
- **Fusión nuclear:** es el proceso por el cual varios núcleos atómicos con carga similar se unen y forman un núcleo más pesado, liberando una gran cantidad de energía.

Este tipo de disciplinas y la investigación que se desarrolla en ellas requieren de Grandes Instalaciones Científicas (GIC) a nivel internacional e Infraestructuras Científicas y Técnicas

¹ Fuente: INEUSTAR. *Una colaboración en la Industria de la Ciencia*. Disponible en: <http://www.ineustar.com/libros/colaboracion/cast/colaboracion.html>

² Oficina Económica y Comercial de España en Ottawa. *El mercado de la biotecnología en Canadá* (2017). Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/estudios-de-mercados-y-otros-documentos-de-comercio-exterior/DOC2018776541.html>

Singulares (ICTS) a nivel nacional, que precisan de grandes inversiones y una colaboración multidisciplinar en cuanto a conocimiento, experiencia y grupos de científicos de diversos campos.

A modo de ejemplo de productos desarrollados por este sector, se podría destacar la construcción de aceleradores de partículas diseñados para investigar parámetros extremos, telescopios que permiten observar cada vez más lejos, radios-antenas que cubren un gran rango de frecuencias o máquinas de fusión que pueden llegar a trabajar con temperaturas de plasma superiores a las del sol.

2.2. Clasificación arancelaria

La Industria de la Ciencia no dispone de un apartado propio en los principales sistemas de clasificación arancelaria de los productos, debido a que se trata de un sector relativamente reciente, con un sinfín de aplicaciones y donde el componente innovador es muy importante, lo que dificulta su catalogación. A modo de referencia, se exponen diversas partidas en diferentes sistemas de clasificación arancelaria donde podría encajar este sector.

En relación con el **NAICS** (North American Industry Classification System), los productos relacionados con la Industria de la Ciencia podrían estar catalogados dentro de los siguientes códigos:³

- **Sector 31-33. Manufacturing.**
 - Subsector 333. *Machinery manufacturing.*
 - Subsector 334. *Computer and electronic product manufacturing.*
 - Subsector 335. *Electrical equipment, appliance, and component manufacturing.*
 - Subsector 339. *Miscellaneous manufacturing.*
- **Sector 54. Professional, scientific, and technical services.**
 - Subsector 541. *Professional, scientific, and technical services.*

Dentro de la última revisión del **ISIC** (International Standard Industrial Classification of All Economic Activities), los productos relacionados con la Industria de la Ciencia se podrían incluir en los siguientes apartados:⁴

- **26: Manufacture of computer, electronic and optical products.**
- **27: Manufacture of electrical equipment.**

³ Fuente: Statistics Canada. *North American Industry Classification System (NAICS) (2017)*. Disponible en: <http://www23.statcan.gc.ca/imdb/p3VD.pl?Function=getVD&TVD=307532>

⁴ Fuente: United Nations. *International Standard Industrial Classification of All Economic Activities (2008)*. Disponible en: https://unstats.un.org/unsd/publication/seriesM/seriesm_4rev4e.pdf

- **28:** *Manufacture of machinery and equipment n.e.c.*
- **43:** *Specialized construction activities.*
- **74:** *Other professional, scientific and technical activities.*

Por último, dentro del Sistema Armonizado **TARIC**, se podrían encontrar productos en los siguientes apartados:⁵

- **Sección 16:** Máquinas y aparatos, material eléctrico y sus partes; aparatos de grabación o reproducción de sonido, aparatos de grabación o reproducción de imágenes y sonido en televisión, y las partes y accesorios de estos aparatos.
 - Capítulo 84: Reactores nucleares, calderas, máquinas, aparatos y artefactos mecánicos; partes de estas máquinas o aparatos.
 - 8401: Reactores nucleares; elementos combustibles (cartuchos) sin irradiar para reactores nucleares; máquinas y aparatos para la separación isotópica.
- **Sección 18:** Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía de medida, control de precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; aparatos de relojería; instrumentos musicales; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos.
 - Capítulo 90: Instrumentos y aparatos de óptica, fotografía o cinematografía, de medida, control o precisión; instrumentos y aparatos medicoquirúrgicos; partes y accesorios de estos instrumentos o aparatos.
 - 90001: Fibras ópticas y haces de fibras ópticas; cables de fibras ópticas, excepto los de la partida 8544; hojas y placas de materia polarizante; lentes, incluso de contacto, prismas, espejos y demás elementos de óptica de cualquier materia, sin montar, excepto los de vidrio sin trabajar ópticamente.
 - 9002: Lentes, prismas, espejos y demás elementos de óptica de cualquier materia, montados, para instrumentos o aparatos, excepto los de vidrio sin trabajar ópticamente.
 - 9013: Dispositivos de cristal líquido que no constituyan artículos comprendidos más específicamente en otra parte; láseres, excepto los diodos láser; los demás aparatos e instrumentos de óptica, no expresados ni comprendidos en otra parte de este Capítulo.
 - 9022: Aparatos de rayos X y aparatos que utilicen radiaciones alfa, beta o gamma, incluso para uso médico, quirúrgico, odontológico o veterinario, incluidos los aparatos de radiografía o radioterapia, tubos de rayos X y demás dispositivos generadores de rayos X, generadores de tensión, consolas de mando, pantallas, mesas, sillones y soportes similares para examen o tratamiento.

⁵ Fuente: Comisión Europea. *TARIC Consultation* (2017). Disponible en: http://ec.europa.eu/taxation_customs/dds2/taric/taric_consultation.jsp?Lang=en



- 9026: Instrumentos y aparatos para medida o control del caudal, nivel, presión u otras características variables de líquidos o gases (por ejemplo: caudalímetros, indicadores de nivel, manómetros, contadores de calor), excepto los instrumentos y aparatos de las partidas 9014, 9015, 9028 o 9032.
- 9030: Osciloscopios, analizadores de espectro y demás instrumentos y aparatos para medida o control de magnitudes eléctricas; instrumentos y aparatos para medida o detección de radiaciones alfa, beta, gamma, X, cósmicas o demás radiaciones ionizantes.
- 9031: Instrumentos, máquinas y aparatos para medida o control, no expresados ni comprendidos en otra parte de este Capítulo; proyectores de perfiles.
- 9033: Partes y accesorios, no expresados ni comprendidos en otra parte de este Capítulo, para máquinas, aparatos, instrumentos o artículos del Capítulo 90.

icex

3. Oferta – Análisis de competidores

3.1. Mercado global

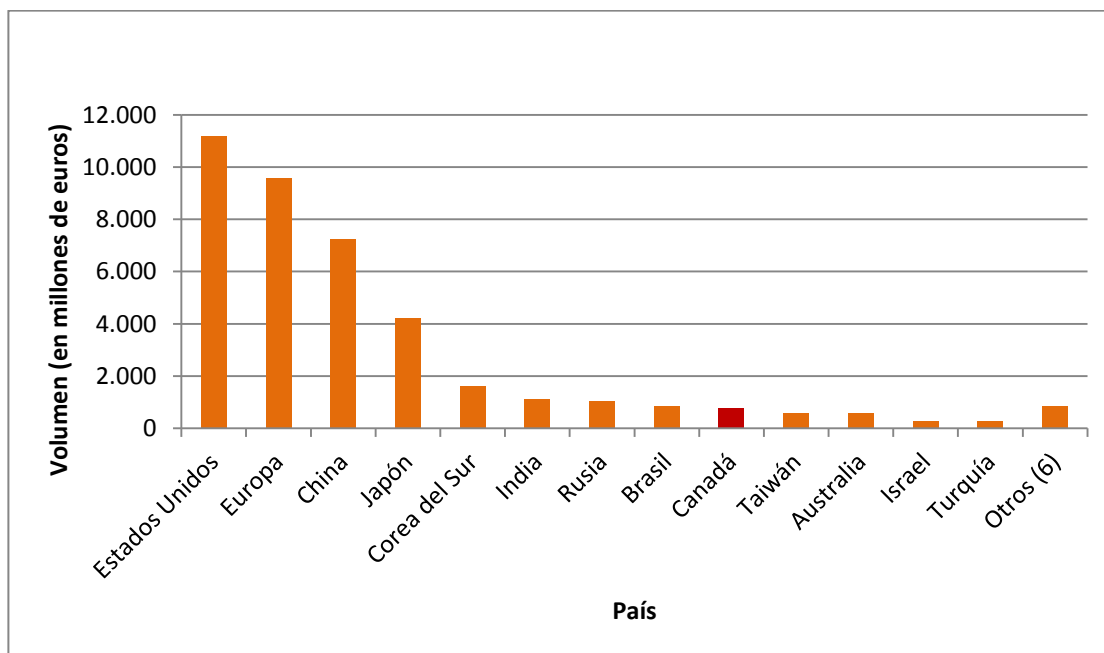
El mercado de la Industria de la Ciencia está estimado en aproximadamente 100.000 millones de euros por cada periodo de tres años entre Grandes Instalaciones Científicas, Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares y el mercado libre de la ciencia, siendo decisivo el apoyo público en los dos primeros segmentos. El crecimiento medio de dicho mercado es del 5,5% anual.⁶

Además de en Europa (9.557 millones de euros/año), la IdC se concentra en aproximadamente 12 países (Estados Unidos, China, Japón, Corea del Sur, India, Brasil, Canadá, Rusia, Taiwán, Australia, Israel y Turquía). El mercado de la IdC conjunto de todos ellos supone cerca del 94% del mercado mundial “relativamente visible” de la IdC. Los valores estimados de los mercados en los países anteriormente citados se encuentran indicados en la siguiente imagen:⁷

⁶ Fuente: ICEX. *Lo que siempre quisiste saber sobre Industria de la Ciencia* (2017).

⁷ Fuente: Francisco Javier Cáceres Núñez. *La Industria de la Ciencia: Una aproximación a sus mercados*. Dentro de: *La industria de la ciencia. Oportunidades para España*. Ministerio de Economía y Competitividad. Número 888 Enero-Febrero 2016. Disponible en: http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_888_C4DA4679A9F8BFD01CCFFF23C3121BFB.pdf

ESTIMACIÓN DE LOS PRINCIPALES MERCADOS DE LA INDUSTRIA DE LA CIENCIA (EN MILLONES DE EUROS/AÑO)



Fuente: INEUSTAR. 2016.

Tal y como se ha comentado brevemente en el apartado anterior, la Industria de la Ciencia requiere de Grandes Instalaciones Científicas (GIC), en las que se precisa de elevadas inversiones, así como una alta colaboración tecnológica. Dichas instalaciones son de carácter multinacional dónde los distintos estados socios contribuyen de diversas maneras: mediante recursos económicos (*in cash*), con recursos en especie (*in kind*) y con personal científico y tecnológico. A cambio de ello, se obtiene un período de tiempo para el manejo de la instalación y, frecuentemente, un retorno económico por la compras de productos y servicios que la GIC realiza al país socio en cuestión.⁶

En cada país existe una institución que representa los intereses del Estado frente a la GIC, denominada ILO (*Industrial Liason Officer*). En España, ésta suele ser el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial (CDTI).

La Tabla 1 muestra las principales Grandes Instalaciones Científicas a nivel internacional y su localización.

PRINCIPALES GRANDES INSTALACIONES CIENTÍFICAS (GIC) EN EL CAMPO DE LA ASTROFÍSICA, FÍSICA DE PARTÍCULAS Y FUSIÓN NUCLEAR, ALGUNA DE LAS CUALES AÚN SE ENCUENTRA EN CONSTRUCCIÓN

GIC	Localización	Subsector
E-ELT	Chile	Astrofísica
LSST	Chile	Astrofísica
SKA	Sudáfrica y Australia	Astrofísica
TMT	Hawái	Astrofísica
CERN	Suiza	Física de partículas
ILC	Japón	Física de partículas
ESS	Suecia	Física de partículas
ITER	Francia	Fusión nuclear
IFMIF	Japón	Fusión nuclear
DONES	España y/o Japón	Fusión nuclear

Fuente: Elaboración propia.

3.2. Mercado en Canadá

El mercado canadiense, el octavo en importancia, se estima en 764 millones de euros anuales, por encima del español (490 millones de euros anuales).⁸

En relación a la energía nuclear, donde se enmarca la fusión nuclear, ésta representa 6.000 millones de dólares canadienses (aproximadamente 3.700 millones de euros) y proporciona 30.000 empleos directos y otros 30.000 indirectos, muchos de los cuales son altamente cualificados e involucran tecnología de vanguardia.⁹

En la siguiente tabla se muestran las principales compañías canadienses que se dedican al sector de la industria de la ciencia:¹⁰

⁸ Fuente: Francisco Javier Cáceres Núñez. *La Industria de la Ciencia: Una aproximación a sus mercados*. Dentro de: La industria de la ciencia. Oportunidades para España. Ministerio de Economía y Competitividad. Número 888 Enero-Febrero 2016. Disponible en: http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_888_C4DA4679A9F8BFD01CCFFF23C3121BFB.pdf

⁹ Fuente: Canadian Nuclear Association. *Vision 2050* (2017). Disponible en: <https://cna.ca/wp-content/uploads/2018/02/CNA-185-Vision-2050-whitepaper-new-branding-WEB-D2.pdf>

¹⁰ Fuente: Government of Canada. *Directories of Canadian companies*. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/services/business/research/directoriescanadiancompanies.html>

PRINCIPALES EMPRESAS ACTIVAS EN EL MERCADO DE LA INDUSTRIA DE LA CIENCIA EN CANADÁ

Compañía	Ventas totales aproximadas	Nº de empleados	Descripción de actividades	Página web
ABB Bomem	+50 M CAD (2016)	195 (2016)	Líder en tecnologías electrotécnicas y de automatización para servicios públicos e industrias. Empresa líder en transmisión y distribución de energía en Canadá.	http://new.abb.com/
AIOLOS	Entre 10 y 25 M CAD (2016)	40 (2016)	Empresa especializada en túneles de visión.	http://www.aiolos.com/
ALSTOM Power Canada (GE Power)	+50 M CAD (2017)	500 (2017)	Diseño, fabricación e instalación de equipamiento energético. Ofrece proyectos llave en mano. Empresa constructora de la contribución de Canadá al Large Hadron Collider (LHC) en 2004.	https://www.gere.newableenergy.com/
Best Cyclotron Systems Inc.	-	-	Ofrece radioisótopos y capacidades de producción para medicina nuclear y radioterapia con su gama de sistemas de ciclotrón.	http://www.bestcyclotron.com/
Bristol Magellan Aerospace	+50 M CAD (2017)	3.000 (2017)	División canadiense de la inglesa Magellan Aerospace, líder en diseño, ingeniería y fabricación de motores y componentes aeroespaciales. Ha obtenido contratos de la Canadian Space Agency (CSA), por ejemplo en el RADARSAT.	http://magellan.aero/
D-Pace	-	-	Empresa especializada en sistemas de haces de luz, dispositivos de diagnóstico de haz y fuentes de iones para sistemas de aceleración.	http://www.d-pace.com/
Dynamic Structures Limited	Entre 25 y 50 M CAD (2016)	150 (2016)	Diseño y construcción de recintos móviles para telescopios ópticos y de radio.	http://dynamicstructures.com/
EllisDon Corporation	-	1.200 (2017)	Proyectos de energía, ingeniería civil, transporte, cultura, recreación, salud, educación e investigación.	http://www.ellisdon.com/
General Fusion	-	-	Empresa que lidera una alternativa tecnológica denominada Magnetized Target Fusion, la cual persigue reducir el coste final de la energía de fusión.	http://generalfusion.com/

HATCH	+50 M CAD (2016)	5.800 (2016)	Empresa de ingeniería, especializada en los diferentes sectores: energía, minería, infraestructuras y servicios. Adjudicataria de contratos para SNOLAB.	https://www.hatch.com/
Honeywell Aerospace	-	-	Líder en tecnología y servicios en tres sectores principales: transporte aéreo y regional, negocios y aviación general, así como defensa y espacio. La antigua COM DEV International, adquirida por Honeywell Aerospace, desarrollaba instrumentación para el telescopio Webb.	https://aerospace.honeywell.com/
Micromatter	-	-	Empresa especializada en tecnologías de deposición de láminas delgadas. Sus <i>diamond-like carbon (DLC) foils</i> son empleadas en separadores de haz y en aceleradores de partículas.	http://www.micromatter.com/
Neptec Design Group Ltd	Entre 10 y 25 M CAD (2018)	85 (2018)	Desarrolla soluciones de sensores y de visión artificial 3D innovadoras para ambientes hostiles. Adjudicataria del contrato para participación de la CSA con la agencia japonesa JAXA.	https://neptec.com/
PAVAC Industries	-	-	Proveedor de servicios y equipamiento relacionado con la tecnología de haces de luz. Socio industrial del TRIUMF en relación con el tratamiento de gases contaminantes.	-
Redpath	-	-	Empresa de ingeniería, especializada en el sector minero. Adjudicataria del proyecto de expansión de SNOLAB (65M CAD).	http://www.redpathmining.com/
TELESAT	+50 M CAD (2016)	450 (2016)	Operador de satélites líder a nivel mundial	https://www.telesat.com/

Fuente: Elaboración propia a partir de datos extraídos de Directories of Canadian Companies.

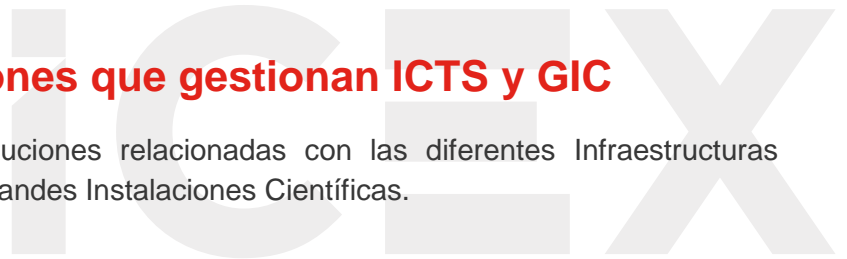
4. Demanda

La demanda de equipos e instalaciones en la industria de la ciencia proviene, aproximadamente en más de un 85%, de las Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares y de las Grandes Instalaciones Científicas. Este porcentaje es incluso mayor si solo se tiene en cuenta la astrofísica, la física de partículas y la fusión nuclear.¹¹

Por ello es importante conocer los organismos públicos que gestionan las diferentes instalaciones y participaciones internacionales en este sector.

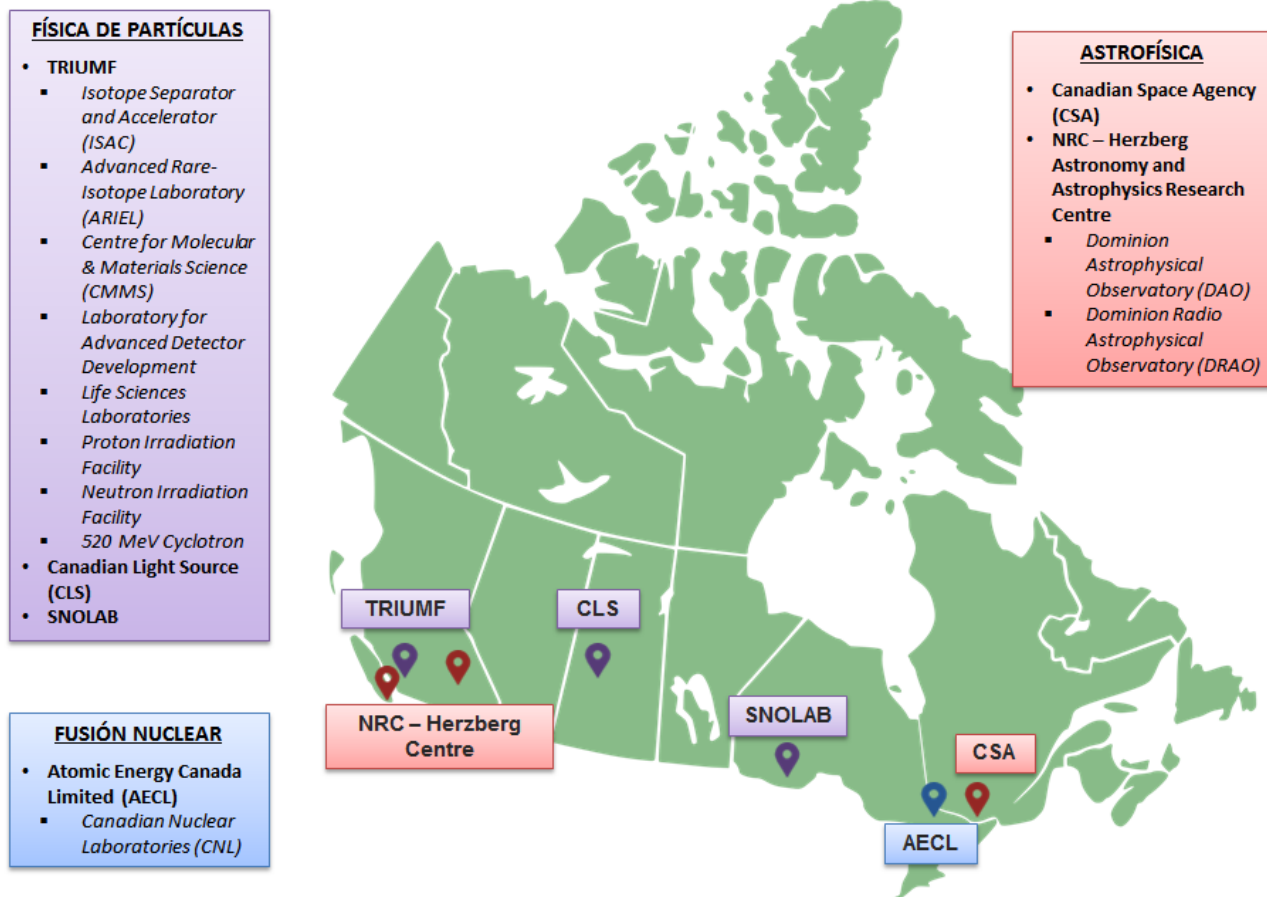
4.1. Principales instituciones que gestionan ICTS y GIC

A continuación se detallan las instituciones relacionadas con las diferentes Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares y Grandes Instalaciones Científicas.



¹¹ Fuente: ICEX. *Lo que siempre quisiste saber sobre Industria de la Ciencia* (2017).

PRINCIPALES ORGANISMOS E ICTS DEL PAÍS RELACIONADOS CON FÍSICA DE PARTÍCULAS, ASTROFÍSICA Y FUSIÓN NUCLEAR



Fuente: Elaboración propia.

4.1.1. National Research Council (NRC)¹²

Es la principal organización de investigación del Gobierno de Canadá. Entre sus funciones se encuentran: el fomento la investigación y el desarrollo, la gestión de infraestructuras de ciencia y tecnología federales y la asistencia a las empresas a través de su programa IRAP (Industrial Research Assistance Program).

Durante los próximos cinco años será financiado con 540 millones de dólares canadienses (aproximadamente 330 millones de euros) y con 108 millones de dólares canadienses anuales

¹² Fuente: NRC. Disponible en: <https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/>

(aproximadamente 67 millones de euros) para desarrollar medidas con el objetivo de reforzar sus puntos fuertes de investigación y su papel como socio colaborador de la industria.¹³

El National Research Council gestiona las siguientes instalaciones y participaciones en instalaciones internacionales:

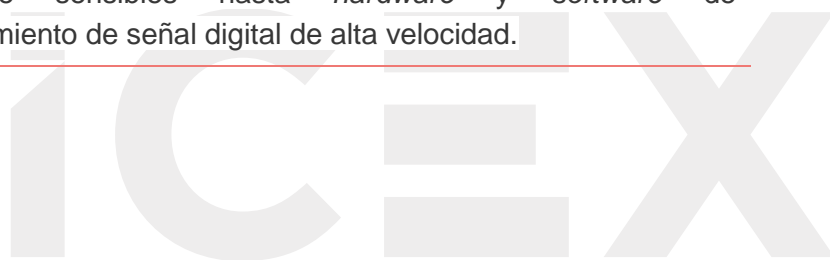
- ICTS

Nombre	Dominion Astrophysical Observatory (DAO)
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council - Herzberg Astronomy and Astrophysics Research Centre
Subsector	Astrofísica
Ubicación	071 W Saanich Rd, Victoria, BC V9E 2E7
Web y teléfono	https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/facilities/dao.html +1 (250) 363-0001
Breve descripción	Ha sido designado como un sitio histórico nacional debido a su importancia en el papel de establecer la reputación canadiense en astronomía con la que cuenta el país actualmente. El observatorio cuenta con dos telescopios: el Telescopio Plaskett de 1,8 metros y otro telescopio de 1,2 metros. Estos telescopios han contribuido de manera significativa al entendimiento de la rotación, tamaño y masa de la Vía Láctea y del medio interestelar. Proyectos recientes incluyen la determinación de orbitas de cometas y asteroides, espectroscopía de estrellas magnéticas y estudios en curso de cúasares y galaxias distantes.

¹³ Fuente: Government of Canada. *Budget Plan 2018*. Disponible en: <https://www.budget.gc.ca/2018/docs/plan/toc-tdm-en.html>



Nombre	Dominion Radio Astrophysical Observatory (DRAO)
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council - Herzberg Astronomy and Astrophysics Research Centre
Subsector	Astrofísica
Ubicación	717 White Lake Road, Kaleden, BC V0H 1K0
Web y teléfono	https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/facilities/drao.html +1 (250) 497-2300
Breve descripción	Instalación reconocida internacionalmente por su investigación y desarrollo en ciencia y tecnología relacionada con la radioastronomía. Cuenta con varios telescopios, laboratorios y equipos especializados para el diseño y construcción de toda la instrumentación de radiofrecuencia, desde antenas y receptores altamente sensibles hasta <i>hardware</i> y <i>software</i> de procesamiento de señal digital de alta velocidad.





- **GIC**

Nombre	Participación canadiense en el TMT
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council (NRC)
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Mauna Kea (Hawaii)
Web y teléfono	http://www.tmt.org/about-tmt/partners +1 (808) 998-2383
Breve descripción	<p>El proyecto más importante a corto plazo para la astronomía de Canadá es la participación en el Telescopio Óptico de grandes dimensiones (VLOT), el Telescopio de Treinta Metros. El TMT fue originalmente una sociedad canadiense-estadounidense, pero se ha convertido en una colaboración internacional, con Japón, China y la India. Canadá tiene una participación del 15% del TMT.</p> <p>El comienzo de su construcción estaba previsto para 2014. Sin embargo, debido a los problemas en Hawaii para instalar el telescopio, se ha establecido La Palma (España) como localización alternativa en caso de que finalmente no sea posible construirlo en Hawaii.</p> <p>Hasta el año 2014 la participación de Canadá en dicha GIC fue de más de 30 millones de dólares canadienses.</p>

Nombre	Participación canadiense en el Square Kilometre Array (SKA)
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council (NRC)
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Sudáfrica y Australia
Web y teléfono	http://skatelescope.ca/ +1 (416) 978 6223
Breve descripción	Se trata de una colaboración internacional para construir el radio telescopio más grande del mundo. Este experimento podría transformar el conocimiento del universo y las leyes de la física fundamental. El SKA monitorizará el cielo con gran detalle y mapeará cientos de veces más rápido que cualquier instalación actual.
Nombre	Observatorio Canadá-Francia-Hawaii (CFH)
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council (NRC)
Subsector	Astrofísica
Ubicación	65-1238 Mamalahoa Hwy, Kamuela, Hawaii 96743, Estados Unidos
Web y teléfono	http://www.cfht.hawaii.edu/ +1 (808) 885-7944
Breve descripción	El observatorio CFH alberga un telescopio óptico/infrarrojo de 3,6 metros. Está situado en la cima del Mauna Kea, un volcán inactivo de 4.200 metros de altura situado en la isla de Hawaii. El telescopio CFH entró en funcionamiento en 1979.

Nombre	Participación canadiense en ALMA (Atacama Large Milimetre Array)
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council (NRC)
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Alonso de Córdova 3107 Vitacura – Santiago, Chile
Web y teléfono	http://www.almaobservatory.org/ +1 (250) 363-6925
Breve descripción	ALMA es financiado y operado por una colaboración internacional con participación de América del Norte, Europa y Asia Oriental. El NRC se ha unido a Estados Unidos para financiar el National Radio Astronomy Observatory, como parte del componente norteamericano de este proyecto. La contribución del NRC, junto con Estados Unidos y Taiwán, se recoge en el siguiente enlace ¹⁴ .
Nombre	Gemini
Propietario/Organismo Gestor	National Research Council (NRC)
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Hawaii y Chile
Web y teléfono	http://www.gemini.edu/ +1 (250) 363-0026
Breve descripción	El Observatorio Gemini consiste en dos telescopios ópticos/infrarrojos localizados en Hawaii y Chile. Está fundado y operado por una colaboración internacional de seis países, incluyendo Canadá, Estados Unidos, Chile, Australia, Brasil y Argentina. Canadá posee un 18% de la participación en Gemini. La contribución del NRC se recoge en el siguiente enlace ¹⁵ .

¹⁴ Fuente: Atacama Large Milimetre Array. *Global Collaboration*. Disponible en: <http://www.almaobservatory.org/en/about-alma-at-first-glance/global-collaboration/>

¹⁵ Fuente: NRC. *Gemini Observatory* (2017). Disponible en: <https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/solutions/facilities/gemini.html>

4.1.2. Canadian Space Agency (CSA)¹⁶

Es una agencia federal independiente responsable de la gestión de todas las actividades civiles relacionadas con el espacio de Canadá. La CSA centra sus actividades en tres áreas principales: exploración del espacio (misiones aeroespaciales, astronomía, estudios planetarios e investigación espacial), utilización del espacio (observación terrestre mediante satélites y colección de datos) y ciencia y tecnología del espacio (desarrollo de tecnología y aplicaciones espaciales innovadoras).

Para el ejercicio 2018-2019, la CSA tiene un presupuesto planeado de 332 millones de dólares canadienses (aproximadamente 200 millones de euros).¹⁷

Entre los proyectos que está desarrollando actualmente se pueden destacar los siguientes:

- Observación terrestre:
 - RADARSAT Constellation¹⁸
 - SCISAT¹⁹
- Robótica espacial:
 - Mobile Servicing System (MSS)²⁰
 - Space Vision System
 - Next-Generation Canadarm²¹
- Ciencia espacial y exploración:
 - Phoenix Mars Mission
- Comunicaciones por satélite:
 - Anik F2²²
 - Micro and Small Satellite Projects
 - Deep Space Antenna



Por otro lado, la CSA también contribuye cediendo instrumentación a la misión de la NASA OSIRIS-REx para estudiar la superficie de asteroides, lo que podría ayudar a comprender la historia del sistema solar, cómo se formó el planeta o el origen del agua y la vida en la Tierra.

¹⁶ Fuente: Canadian Space Agency. Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/Default.asp>

¹⁷ Fuente: SpaceQ. *The Canadian Space Agency has Underspent its Budget for the Last 17 Years* (2018). Disponible en: <https://spaceq.ca/the-canadian-space-agency-has-underspent-its-budget-for-the-last-17-years/>

¹⁸ Fuente: Canadian Space Agency. *RADARSAT Constellation* (2017). Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/radarsat/Default.asp>

¹⁹ Fuente: Canadian Space Agency. *SCISAT – From dawn to twilight* (2017). Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/satellites/scisat/default.asp>

²⁰ Fuente: Canadian Space Agency. *Mobile Servicing System* (2010). Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/mobile-base/overview.asp>

²¹ Fuente: Canadian Space Agency. *The Next-Generation Canadarm* (2013). Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/canadarm/ngc.asp>

²² Fuente: Telesat. *Anik F2*. Disponible en: https://www.telesat.com/sites/default/files/satellite/anikf2_letter.pdf

Otros satélites internacionales con colaboración o instrumentación canadiense son los siguientes:²³

- CloudSat (NASA)²⁴
- Odin (Sweden)²⁵
- SMOS (ESA)²⁶
- Swarm (ESA)²⁷
- SWOT (NASA, CNES) – En desarrollo.²⁸
- Terra (NASA)²⁹

La Canadian Space Agency gestiona las siguientes instalaciones y participaciones en instalaciones internacionales:



²³ Fuente: Canadian Space Agency. *Earth Observation Satellites* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/default-eo.asp>

²⁴ Fuente: Canadian Space Agency. *CloudSat – looking at clouds in 3D* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/cloudsat.asp>

²⁵ Fuente: Canadian Space Agency. *Odin* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/odin.asp>

²⁶ Fuente: Canadian Space Agency. *Satellite SMOS (Soil Moisture Ocean Salinity)* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/smos/default.asp>

²⁷ Fuente: Canadian Space Agency. *Swarm* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/swarm.asp>

²⁸ Fuente: Canadian Space Agency. *The Surface Water and Ocean Topography (SWOT) misión* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/swot.asp>

²⁹ Fuente: Canadian Space Agency. *Measuring atmospheric pollutants* (2017). Disponible en: <http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/mopitt.asp>



- ICTS

Nombre	David Florida Laboratory
Propietario/Organismo Gestor	Canadian Space Agency
Subsector	Astrofísica
Ubicación	3701 Carling St, Nepean, ON, K2K 2Y7
Web y teléfono	http://www.asc-csa.gc.ca/eng/laboratories-and-warehouse/david-florida/about.asp +1 (613) 998-2383
Breve descripción	<p>Es un centro de ensamblaje, integración y pruebas en aeronaves. Dicho centro se alquila a diferentes organizaciones aeroespaciales o de telecomunicaciones para la calificación de equipos como satélites y componentes instalados en satélites o estaciones espaciales.</p> <p>La instalación cuenta, entre otras infraestructuras, con tres cámaras de simulación espacial para realizar pruebas de vacío térmico y balance térmico así como pruebas de desgasificación.</p>

- GIC

Nombre	Participación canadiense en el James Webb Space Telescope
Propietario/Organismo Gestor	Canadian Space Agency
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Flr 7W-240 Sparks, Ottawa, QC K1A 0H5
Web y teléfono	http://asc-csa.gc.ca/eng/satellites/jwst +1 (613) 998-2383
Breve descripción	<p>El telescopio James Webb, de 25 metros cuadrados, orbitará a 1.500.000 kilómetros de la Tierra y su lanzamiento está previsto para 2018. Dicho telescopio ha tenido un coste de 8.000 millones de dólares estadounidenses. El proyecto es una colaboración entre la NASA, la Agencia Espacial Europea y la Agencia Espacial Canadiense. La Agencia Espacial Canadiense (CSA) suministra los sensores de guiado final del Webb (FGS), así como uno de los cuatro instrumentos científicos del telescopio: el procesador de imágenes en el infrarrojo cercano y espectrógrafo sin apertura (NIRISS). Ambos fueron diseñados, construidos y probados por COM DEV Internacional en Ottawa y Cambridge, Ontario, para la CSA, con aportes técnicos de la Universidad de Montreal y el NRC y la orientación científica del equipo científico del FGS.</p> <p>El presupuesto total anual del James Webb Space Telescope es de 8,8 millones de dólares estadounidenses (aproximadamente 7 millones de euros).</p>

Nombre	Participación canadiense en la Estación Espacial Internacional
Propietario/Organismo Gestor	Canadian Space Agency
Subsector	Astrofísica
Ubicación	Flr 7W-240 Sparks, Ottawa, QC K1A 0H5
Web y teléfono	http://www.asc-csa.gc.ca/eng/iss/default.asp +1 (613) 998-2383
Breve descripción	<p>La Agencia Espacial Canadiense (CSA) seguirá cumpliendo sus obligaciones, poniendo en funcionamiento el <i>Mobile Servicing System</i> (MSS), el mantenimiento y la prestación de apoyo técnico, la capacitación relacionada con el MSS y calificación para los astronautas y personal de apoyo en tierra, el desarrollo de nuevos productos y procedimientos de vuelo para apoyar las operaciones previstas del SMS. La CSA, junto con sus socios de la ISS, continuará la evaluación de cómo extender la vida útil del MSS a 2020.</p> <p>El <i>Mobile Servicing System</i> (MSS) es un conjunto de la robótica canadiense que se ha utilizado para el montaje de la ISS. Sus componentes principales son:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Canadarm2: oficialmente llamado el <i>Space Station Remote Manipulator System</i> (SSRMS), es un brazo robótico de 17 metros con siete articulaciones motorizadas. • Dextre: también llamado <i>Special Purpose Dexterous Manipulator</i> (SPDM), cuya función es la realización de trabajos de mantenimiento y reparaciones en la ISS. Este robot puede funcionar como una mano en el final de Canadarm2. • Sistema de Base Móvil: plataforma de trabajo móvil e instalaciones de almacenamiento que puede llevar a Canadarm2 y otros equipos sobre rieles a lo largo de la ISS. También puede ser utilizado por los astronautas durante los desplazamientos espaciales.

4.1.3. TRIUMF³⁰

Es uno de los principales laboratorios de física subatómica del mundo. Reúne talento multidisciplinario, recursos técnicos sofisticados y socios comerciales de tal manera que ha establecido al laboratorio como un modelo de éxito global. Su gran comunidad está compuesta por equipos internacionales de científicos, investigadores postdoctorales y estudiantes de posgrado y grado. Entre sus líneas de investigación se encuentran:

- Aceleradores de partículas
- Desarrollo de detectors
- Ciencia molecular y de los materiales
- Ciencias de la vida – medicina nuclear
- Física de partículas
- Haces de isótopos raros

Dentro del plan de expansión de 2015 a 2020 de TRIUMF se incluyen el desarrollo de las siguientes instalaciones:

- Refurbish the Cyclotron. Consistirá en la renovación del ciclotrón e incluirá el desarrollo de nuevas técnicas de extracción de haz y el reemplazo de los viejos equipos, algunos de los cuales han estado en operación durante 35 años y están alcanzando el final de su vida útil.
- Specialized Actinide Beam Line. El desarrollo de este nuevo haz lineal de protones se llevará a cabo en el separador y acelerador de isótopos ISAC.
- New Target Station. Se trata del desarrollo de una nueva estación que permitirá a TRIUMF seguir siendo líder en técnicas de separación isotópica mediante el desarrollo de nuevos haces.
- Front End. Consistirá en la expansión del separador y acelerador de isótopos ISAC, que permitirá realizar experimentos avanzados en física nuclear.
- Institute for Advanced Medical Isotopes (IAMI). Este instituto permitirá la producción de isótopos, así como la extracción y manipulación de radioisótopos con fines médicos.

En la actualidad, TRIUMF recibe financiación en asignaciones de cinco años aprobadas por el Gobierno federal y administradas a través de un acuerdo de contribución con el NRC. Para el período de cinco años que comenzó en 2015 y terminará en 2020, el presupuesto base fue de 267 millones de dólares canadienses (aproximadamente 170 millones de euros). TRIUMF solicita fondos suplementarios a través de programas federales especiales.³¹ Por otra parte, las líneas

³⁰ Fuente: TRIUMF. Disponible en: <http://www.triumf.ca/>

³¹ Fuente: NSERC. *Canadian Subatomic Physics Long Range Plan 2017-2021* (2016). Disponible en: <http://www.subatomicphysics.ca/#toc>

generales del plan 2020-2025 están empezando a ser trazadas y pueden ser consultadas en su página web.³²

El TRIUMF gestiona las siguientes instalaciones y participaciones en instalaciones internacionales:

- **ICTS**

Nombre	Isotope Separator and Accelerator (ISAC)
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/research-program/research-facilities/isac-facilities +1 (604) 222-1047
Breve descripción	Es un separador y acelerador de isótopos que utiliza la separación isotópica en línea (ISOL) para producir haces de isótopos raros (RIB). Esta instalación permite simular reacciones que pueden ocurrir cuando las estrellas explotan y ayuda a comprender mejor las reacciones nucleares que ocurren en ambientes estelares como novas, supernovas o estallidos de rayos X. Dicha instalación se divide en ISAC-I e ISAC-II.

³² Fuente: TRIUMF. *Five-Year Plan 2020-2025* (2018). Disponible en: <http://www.triumf.ca/FYP2020-25>

Nombre	Advanced Rare-Isotope Laboratory (ARIEL)
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/ariel +1 (604) 222-1047
Breve descripción	<p>Esta instalación, fundamental para comprender las propiedades de los isótopos raros, ofrecerá intensidades sin precedentes de haces de isótopos raros, permitiendo experimentos con una cartera diversificada de isótopos. Por ejemplo, se podrá estudiar la naturaleza de las estrellas.</p> <p>En el año 2014 se destinaron 62,9 millones de dólares canadienses a ARIEL y 33,89 millones a ARIEL II.</p>
Nombre	Centre for Molecular & Materials Science (CMMS)
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/research/research-facilities/centre-for-molecular-materials-science +1 (604) 222-1047
Breve descripción	En esta instalación se usan técnicas como μ SR y β -NMR para explorar y comprender lo que sucede dentro de diferentes materiales como semiconductores, imanes y superconductores.



Nombre	Laboratory for Advanced Detector Development
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/research-program/research-facilities/detector-development +1 (604) 222-1047
Breve descripción	Instalación que aporta experiencia y herramientas para el diseño y construcción de sistemas de procesamiento de señales electrónicas que son vitales para la adquisición de grandes volúmenes de datos de detectores modernos. Dicha instalación fue construida con la financiación del Canada Foundation for Innovation (CFI).
Nombre	Life Sciences Laboratories
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/research-program/research-facilities/nuclear-medicine +1 (604) 222-1047
Breve descripción	El programa de ciencias de la vida del TRIUMF se centra en la obtención de imágenes PET y en la creación de isótopos médicos utilizando ciclotrones pequeños, como el Tc-99m. Las instalaciones se pueden segmentar en dos partes, aquellas asociadas con la producción de los “scanning agents” (Ciclotrón y “hot cells”) y los instrumentos de escaneo en sí.

Nombre	Proton Irradiation Facility
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/proton-irradiation-facility +1 (604) 222-1047
Breve descripción	<p>Esta instalación está diseñada principalmente para estudios de <i>single-event effect</i> (SEE) y caracterización de componentes electrónicos y detectores para el entorno espacial.</p> <p>Los estudios biológicos, como las irradiaciones celulares para medir la efectividad biológica relativa (RBE) de los protones, también se están llevando a cabo junto con el Proton Therapy Center.</p>
Nombre	Neutron Irradiation Facility
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/neutron-irradiation-facility +1 (604) 222-1047
Breve descripción	<p>TRIUMF hace uso de tres ubicaciones separadas para realizar irradiaciones de neutrones. La instalación TNF ofrece energías de hasta 400 MeV de alta intensidad, mientras que en BL1B y BL2C, los protones se pueden convertir en neutrones que producen espectros de energía 1/E de hasta 500 y 120 MeV, respectivamente.</p>

Nombre	520 MeV Cyclotron
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/research-program/research-facilities/main-cyclotron-beam-lines +1 (604) 222-1047
Breve descripción	Se trata de un ciclotrón de 520 MeV que produce haces primarios de protones. Otras instalaciones del TRIUMF dependen de este ciclotrón, como el ISAC, el CMMS y el Proton Irradiation Facility.

- **GIC**

Nombre	Participación canadiense en ATLAS - Canadian Tier-1 Data Centre
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.atlas-canada.ca/ +1 (604) 222-1047
Breve descripción	El experimento ATLAS, que tiene lugar en el LHC del CERN, subcontrata 10 proveedores de primer nivel (TIER-1) internacionales para procesar y analizar entre 3,5 y 5 petabytes de datos al año, entre ellos el Canadian Tier-1 Data Centre del TRIUMF. Canadá aportó 9 millones de dólares canadienses en el año 2014 al experimento ATLAS.

Nombre	Participación canadiense en el T2K
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/t2k-canada +1 (604) 222-1047
Breve descripción	<p>Canadá fue el primer socio internacional en unirse a la colaboración T2K y ha contribuido a varias partes del experimento, incluyendo la monitorización en línea de haces de isótopos, la construcción de un nuevo detector y el análisis y la calibración del detector Super-Kamiokande.</p> <p>La participación de Canadá en T2K se financia con fondos del Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC), Canada Foundation for Innovation (CFI), TRIUMF y Compute Canada.</p> <p>Entre el año 2013 y 2015, Canadá aportó aproximadamente 2 millones de dólares canadienses.</p>
Nombre	The Ultra-Cold Neutron Facility (UCN)
Propietario/Organismo Gestor	TRIUMF
Subsector	Física de partículas
Ubicación	4004 Wesbrook Mall, Vancouver, BC V6T 2A3
Web y teléfono	http://www.triumf.ca/ucn +1 (604) 222-1047
Breve descripción	Se trata de una colaboración entre grupos de investigación de Canadá y Japón. Su objetivo principal es proporcionar la densidad más alta del mundo de neutrones ultrafríos utilizando una fuente de espalación supertérmica.

4.1.4. Canadian Light Source (CLS)³³

Centro líder de excelencia en la investigación relativa a sincrotrones y sus aplicaciones al promover el uso de la luz de sincrotrón, crear alianzas industriales, además de participar en actividades de divulgación científica y educativa.

Desde dicha organización están estudiando posibles proyectos futuros, para lo que invitan a la comunidad científica interesada a compartir que proyectos de infraestructura les gustaría que el CLS llevara a cabo en los próximos años.³⁴ En su plan estratégico 2017-2022 se hace referencia a grandes inversiones de capital, como por ejemplo para renovar los anillos de cuarta generación.³⁵

CLS es una de las instalaciones que recibe financiación a través de Major Science Initiatives de Canada Foundation for Innovation (CFI). Para los próximos cinco años, el Gobierno de Canadá destinará 160 millones de dólares canadienses (aproximadamente 100 millones de euros) para financiar esta iniciativa.³⁶ En 2010, esta institución fue financiada con unos 23 millones de dólares canadienses aproximadamente.³⁷

El Canadian Light Source gestiona la siguiente Infraestructura Científica y Técnica Singular:

Nombre	Canadian Light Source
Propietario/Organismo Gestor	Canadian Light Source Inc. (CLS)
Subsector	Física de partículas
Ubicación	44 Innovation Boulevard, Saskatoon, SK, S7N 2V3
Web y teléfono	http://www.lightsource.ca/ +1 (306) 657-3500
Breve descripción	La instalación consiste en un anillo de almacenamiento de 2,9 GeV y un acelerador lineal que sirve como un inyector a los anillos. Tiene aplicaciones en diversos campos tales como el aeroespacial, la minería, el petróleo y el gas, los biomateriales, la farmacia y la nanotecnología.

³³ Fuente: Canadian Light Source. Disponible en: <http://www.lightsource.ca/>

³⁴ Fuente: Canadian Light Source. *Major Infrastructure projects overview*. Disponible en: <http://www.lightsource.ca/overview.html>

³⁵ Fuente: Canadian Light Source. *Strategic Plan 2017-2022*. Disponible en: http://www.lightsource.ca/strategic_plan

³⁶ Fuente: Government of Canada. *Budget Plan 2018*. Disponible en: <https://www.budget.gc.ca/2018/docs/plan/toc-tdm-en.html>

³⁷ Fuente: Canadian Light Source. *What is a synchrotron*. Disponible en: http://www.lightsource.ca/what_is_a_synchrotron

4.1.5. SNOLAB³⁸

Es un laboratorio de ciencia subterráneo que se especializa en física de neutrinos y materia oscura. Está ubicado 2 km por debajo de la superficie de la mina de níquel Vale Creighton, en Sudbury, Ontario, y se trata de una expansión de las instalaciones existentes construidas para el experimento de neutrinos solares del Observatorio de Neutrino de Sudbury (SON).

Actualmente, SNOLAB recibe fondos a través de una combinación de fuentes provinciales y federales, incluido el programa de CFI Major Science Initiatives (MSI), destinado específicamente a la operación y mantenimiento de instalaciones muy grandes. El presupuesto operativo anual es de aproximadamente 16 millones de dólares canadienses (aproximadamente 10 millones de euros).³⁹

SNOLAB gestiona la siguiente Infraestructura Científica y Técnica Singular:

Nombre	SNOLAB Underground Facilities
Propietario/Organismo Gestor	SNOLAB
Subsector	Física de partículas
Ubicación	1039 Regional Road 24, Creighton Mine #9, Lively, ON P3Y 1N2
Web y teléfono	https://www.snolab.ca/ +1 (705) 692-7000
Breve descripción	Es un laboratorio de ciencia subterráneo en el que se pueden estudiar interacciones extremadamente raras y procesos débiles, debido a la profundidad de la instalación y la pureza del ambiente en la misma. El programa científico del SNOLAB se centra actualmente en la física subatómica, física de neutrinos y materia oscura.

³⁸ Fuente: SNOLAB. Disponible en: <https://www.snolab.ca/>

³⁹ Fuente: NSERC. *Canadian Subatomic Physics Long Range Plan 2017-2021* (2016). Disponible en: <http://www.subatomicphysics.ca/#toc>

4.1.6. Atomic Energy Canada Limited (AECL)⁴⁰

El objetivo de AECL es fomentar la ciencia nuclear y tecnológica y cumplir con las responsabilidades de desmantelamiento y control de desechos radiactivos de Canadá. Recibe fondos federales para desarrollar su mandato e informa al Parlamento a través del Ministerio de Recursos Naturales. Gestiona los Canadian Nuclear Laboratories (CNL) a través de un acuerdo contractual con la Canadian National Energy Alliance (CNEA).

Para el ejercicio 2018-2019, la AECL tiene un presupuesto previsto de 406 millones de dólares canadienses (aproximadamente 250 millones de euros).⁴¹

Recientemente se ha anunciado su estrategia a largo plazo para los próximos diez años, donde destaca la inversión de 1.200 millones de dólares canadienses (aproximadamente 750 millones de euros) para revitalizar las instalaciones de los laboratorios de Chalk River. Dentro de esta inversión cabe destacar.⁴²

- La construcción del Advanced Nuclear Materials Research Centre.
- La ubicación de un nuevo reactor pequeño y modular en el CRL para 2026.
- El desarrollo y demostración de un conjunto de compuestos de terapia alfa específicos (una tecnología emergente de isótopos médicos) para 2022.
- La expansión de nuestro programa en hidrógeno, con el objetivo de desempeñar un papel de liderazgo en la demostración del transporte a granel basado en hidrógeno para 2020.

Por otra parte, el CNL ha lanzado un nuevo instituto virtual para impulsar las oportunidades de investigación, innovación y comercialización utilizando radionucleidos emisores alfa, con el nombre de Avenir.^{43,44}

⁴⁰ Fuente: Atomic Energy Canada Limited. Disponible en: <http://www.aecl.ca/en/home/default.aspx>

⁴¹ Fuente: Atomic Energy of Canada Limited. *Corporate Plan Summary. 2017-18 to 2021-22* (2017). Disponible en: <http://www.aecl.ca/site/media/aecl/AECL%202017-18%20Corporate%20Plan%20Summary%20EN%20Web.pdf>

⁴² Fuente: Canadian Nuclear Laboratories. *2016-2026 – 10 year integrated plan summary*. Disponible en: http://www.cnl.ca/site/media/Parent/Long_Term_Strategy_2017April18.pdf

⁴³ Fuente: Canadian Nuclear Laboratories. *CNL launches new institute for alpha particle research and innovation* (2018). Disponible en: <http://www.cnl.ca/en/home/news-and-publications/news-releases/2018/cnl-launches-new-institute-for-alpha-particle-rese.aspx>

⁴⁴ Fuente: Avenir – Institute for Alpha Particle Research and innovation. Disponible en: <https://aveniralpha.com/>

El Atomic Energy Canada Limited gestiona la siguiente Infraestructura Científica y Técnica Singular:

Nombre	Canadian Nuclear Laboratories (CNL)
Propietario/Organismo Gestor	Atomic Energy of Canada Limited (AECL)
Subsector	Fusión nuclear
Ubicación	286 Plant Road, Chalk River, ON K0J 1J0
Web y teléfono	http://www.cnl.ca/en/home/default.aspx +1 (613) 584-3311
Breve descripción	<p>CNL es la principal organización canadiense de ciencia y tecnología nuclear. Entre sus instalaciones más importantes podemos encontrar Chalk River Laboratories, Whiteshell Laboratories y el Centre for Nuclear Energy Research. Dentro de Chalk River Laboratories destaca la instalación Tritium en relación con la fusión nuclear, involucrada en varias actividades de I+D relacionadas con el tritio.</p> <p>Otra de las instalaciones a destacar dentro del CNL es el National Research Universal (NRU), un reactor que fue un hito en la ciencia y tecnología canadienses cuando entro en funcionamiento en 1957. El reactor NRU se construyó con tres propósitos: ser un proveedor de radioisótopos médicos e industriales utilizados para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, como centro canadiense para la investigación en física de neutrones y para proporcionar apoyo a la investigación y desarrollo de ingeniería para el reactor CANDU. El reactor estuvo operativo hasta marzo de 2018, fecha en la que fue cerrado debido al incremento de sus costes operativos y a que estaba llegando al final de su vida útil.</p>

4.2. Otras instituciones

- **Ministerio de Innovación, Ciencia y Desarrollo Económico de Canadá (Innovation, Science and Economic Development Canada, ISED)⁴⁵**

Trabaja para mejorar las condiciones de inversión, mejorar el desempeño de la innovación y aumentar la participación de Canadá en el comercio global. A su vez, coordina e implementa las políticas, programas y proyectos relacionados con ciencia y tecnología en Canadá, promueve la cooperación tecnológica con organismos internacionales y proporciona instrumentos de financiación para las actividades de desarrollo e innovación empresarial. Algunos de los organismos que gestiona este Ministerio son: Canada Foundation for Innovation, Business Development Bank of Canada, National Research Council, Natural Sciences and Engineering Research.

- **Canada Foundation for Innovation (CFI)⁴⁶**

La Fundación para la Innovación de Canadá es la institución encargada de financiar la infraestructura de investigación necesaria por las universidades, institutos, hospitales, centros de investigación y organizaciones sin ánimo de lucro. El CFI se estableció como una organización independiente y no gubernamental, pero depende de los presupuestos públicos.

Esta organización recibirá 763 millones de dólares canadienses (aproximadamente 475 millones de euros) durante cinco años para financiar equipos y laboratorios en centros canadienses y se espera que pueda recibir 462 millones anuales a partir del año 2023-2024.⁴⁷

- **Natural Sciences and Engineering Research Council (NSERC)⁴⁸**

Agencia que impulsa la investigación y fomenta la innovación, promoviendo a su vez la participación e inversión en proyectos de investigación postsecundaria entre empresas. Durante los próximos cinco años será financiada por el Gobierno federal con 345,7 millones de dólares canadienses (aproximadamente 215 millones de euros).⁴⁹

⁴⁵ Fuente: Innovation, Science and Economic Development Canada. Disponible en: <https://www.canada.ca/en/innovation-science-economic-development.html>

⁴⁶ Fuente: Canada Foundation for Innovation. Disponible en: <https://www.innovation.ca/>

⁴⁷ Fuente: Government of Canada. *Budget Plan 2018*. Disponible en: <https://www.budget.gc.ca/2018/docs/plan/toc-tdm-en.html>

⁴⁸ Fuente: NSERC. Disponible en: http://www.nserc-crsng.gc.ca/index_eng.asp

⁴⁹ Fuente: Government of Canada. *Budget Plan 2018*. Disponible en: <https://www.budget.gc.ca/2018/docs/plan/toc-tdm-en.html>



- **Association of Canadian Universities for Research in Astronomy (ACURA)**⁵⁰

Organización dedicada al avance de la investigación y enseñanza en astronomía y astrofísica en Canadá. Asiste en la coordinación de iniciativas a gran escala de sus instituciones miembro, aboga por las prioridades establecidas en el Plan para la Astronomía a Gran Escala, y es un enlace entre universidades miembro y socios internacionales en observatorios internacionales y mundiales.

icex

⁵⁰ Fuente: ACURA. Disponible en: <http://acura.craq-astro.ca/>

5. Percepción del producto español

En general, las empresas españolas que se dedican a la industria de la ciencia suelen ser grandes empresas de ingeniería y construcción, las cuales tienen una gran reputación en Canadá, así como internacionalmente. Este puede ser el caso de empresas como Dragados, Ferrovial, Obrascón Huarte Lain (OHL), TYPESA, SENER o IDOM, aunque estas basan sus actividades en Canadá en otros sectores como el desarrollo de infraestructuras. Por su parte, Iberdrola también tiene presencia en Canadá, pero no cuenta con actividades relacionadas con la fusión nuclear, como sí ocurre en otros países.

Por otro lado, Elecnor cerró en 2015 una alianza estratégica con la canadiense UrtheCast para llevar a cabo proyectos conjuntos en el sector aeroespacial. En julio de 2015, Elecnor le vendió sus dos satélites de observación de la Tierra (Deimos-1 y Deimos-2) por 76,4 millones de euros.⁵¹

El 17 de febrero de 2018, el satélite español PAZ fue lanzado al espacio desde la base aérea de Vandenberg (California). Este satélite forma parte del Programa Nacional de Observación de la Tierra por Satélite (PNOTS) que fue creado por los Ministerios de Defensa y el antiguo Ministerio de Industria, Comercio y Turismo. Fue construido por Airbus Defence and Space y será operado por la empresa española Hisdesat, la cual se encuentra presente en Canadá mediante una *joint venture* bajo el nombre ExactEarth. Las imágenes obtenidas por este satélite podrán ser utilizadas para operaciones de vigilancia, cartografía, control fronterizo, gestión de crisis, evaluación de catástrofes naturales, control medioambiental y vigilancia del entorno marino. Por otro lado, el seguimiento será realizado por el Instituto Nacional de Técnica Aeroespacial (INTA) desde sus centros en Torrejón de Ardoz (Madrid) y Maspalomas (Gran Canaria).^{52,53}

Respecto a Grandes Instalaciones Científicas (GIC) en España, la ciudad de Granada es la candidata europea para albergar las instalaciones del proyecto sobre energía de fusión nuclear IFMIF-DONES. Para afianzar económicamente la apuesta que representa la ciudad andaluza frente a Japón, el Gobierno central y la Junta de Andalucía se encuentran actualmente trabajando

⁵¹ Fuente: Economía Digital. *Elecnor cambia el chip aeroespacial con la venta de sus satélites Deimos* (2015). Disponible en : https://www.economiadigital.es/directivos-y-empresas/elecnor-cambia-el-chip-aeroespacial-con-la-venta-de-sus-satelites-deimos_173206_102.html

⁵² Fuente: La Vanguardia. *Paz, el primer satélite espía español, ya está en órbita* (2018). Disponible en: <http://www.lavanguardia.com/ciencia/fisica-espacio/20180222/44984877121/paz-satelite-espia-espanol-lanzamiento-falcon-9-space-x.html>

⁵³ Fuente: INTA. *Boletín de noticias Nº36* (2018). Disponible en: <http://www.inta.es/opencms/export/sites/default/.galleries/Galeria-pdfs-Noticias-2017/Boletin-de-noticias-n-36.pdf>

en elaborar un consorcio al que podrían sumarse otras instituciones, el cual daría una mayor solidez económica a la propuesta. Ambos Gobiernos se comprometieron a financiar el 50% de los 400-500 millones de euros que costarían las instalaciones, además del 10% de los gastos de la operación, que ascenderían a cinco millones de euros al año durante dos décadas.⁵⁴ Por otro lado, en marzo de 2017, el Observatorio Internacional del TMT (*Thirty Meter Telescope*) y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC) firmaron un acuerdo para albergar el TMT en el Observatorio Roque de los Muchachos, regulando las condiciones para su instalación en esta localización alternativa en caso de que su construcción en Mauna Kea (Hawaii) fuese inviable.⁵⁵

España también cuenta con diversas Infraestructuras Científicas y Técnicas Singulares (ICTS) entre las que destacan el *European Spallation Source* (ESS) en Bilbao, el cual es un centro estratégico de referencia internacional en tecnologías neutrónicas que aporta conocimiento y valor añadido a través de la contribución en especie al proyecto europeo de la Fuente de Neutrones por Espalación que va a construirse en Lund (Suecia). Recientemente el Gobierno central garantizó el futuro de la instalación, que tendrá un presupuesto de 64,5 millones de euros hasta 2025, año en el que la planta de Lund estará operativa y para la cual la instalación vasca desarrolla varios proyectos.⁵⁶

Otra instalación importante a nivel internacional es el Gran Telescopio de Canarias (GTC), cuyo objetivo es facilitar observaciones científicas de clase mundial gracias a su excelente ubicación en el Roque de los Muchachos. Este telescopio permite estudiar cuestiones relacionadas con astrofísica (agujeros negros, formación de estrellas y galaxias, planetas lejanos, etc.), naturaleza de materia oscura y energía oscura en el universo.⁵⁷

Por su parte, el sincrotrón ALBA está situado en Cerdanyola del Vallès (Barcelona) y se trata de un complejo de aceleradores de electrones para producir luz de sincrotrón, que permite visualizar la estructura atómica y molecular de los materiales y estudiar sus propiedades. Actualmente cuenta con ocho líneas de luz operativas, que comprenden tanto los rayos X blandos como los rayos X duros, y estas se destinan a biociencias, materia condensada y ciencia de los materiales.⁵⁸

A destacar también es el Laboratorio Subterráneo de Canfranc (LSC), una instalación científica subterránea situada a 800 metros de profundidad bajo la montaña del Tobazo en los Pirineos aragoneses. La montaña filtra la radiación cósmica y permite investigar sucesos naturales

⁵⁴ Fuente: El Independiente de Granada. *La candidatura europea de Granada para IFMIF-DONES se refuerza frente a Japón* (2018). Disponible en: <http://www.elindependiente.degranada.es/economia/candidatura-europea-granada-ifmif-dones-refuerza-frente-japon>

⁵⁵ Fuente: Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC). *El Observatorio Internacional del Telescopio de 30 metro y el IAC firman un acuerdo para su instalación en La Palma* (2017). Disponible en: <http://www.iac.es/divulgacion.php?op1=16&id=1178>

⁵⁶ Fuente: El Periódico. *El Gobierno "garantiza" el futuro de la fuente de neutrones de Bilbao* (2018). Disponible en: <https://www.elperiodico.com/es/sociedad/20180221/el-gobierno-garantiza-el-futuro-de-la-fuente-de-neutrones-de-bilbao-6640393>

⁵⁷ Fuente: Gran Telescopio de Canarias. Disponible en: http://www.gtc.iac.es/GTCHome_es.php

⁵⁸ Fuente: ALBA. Disponible en: <https://www.cells.es/es>

particulares como la colisión con un átomo de neutrinos provenientes del cosmos o con partículas de la materia oscura.⁵⁹

Otra institución de relevancia es el Instituto de Física Corpuscular (IFIC), un centro dedicado a la investigación en física nuclear, de partículas, de astropartículas y a sus aplicaciones tanto en física médica como en otros campos de la ciencia y la tecnología.⁶⁰

En cuanto a colaboraciones entre España y Canadá, destaca el reciente descubrimiento de agujeros negros “ultramasivos” realizado conjuntamente entre la Universidad de Montreal y el Instituto de Ciencias del Espacio de España (ICE-CSIC). Las investigadoras principales de ambas instituciones estudiaron 72 galaxias y descubrieron los que probablemente sean los agujeros negros más grandes detectados hasta la fecha en el universo.⁶¹

A su vez, es importante resaltar la participación de España en las últimas ediciones de la feria SPIE Astronomical Telescopes + Instrumentation, organizadas por la Sociedad Internacional de Óptica y Fotónica (SPIE). Dicha feria es el evento mundial más importante para desarrolladores de telescopios terrestres, espaciales y de la instrumentación puntera. En el año 2014 se celebró en Montreal y contó con la participación de empresas como IDOM, AVS, CESA, LIDAX, SENER y TTI y diferentes organismos como ICEX, INEUSTAR y el Instituto de Astrofísica de Canarias (IAC).⁶²

Finalmente, España también ha participado de manera activa en la feria International Particle Accelerator Conference (IPAC) en las últimas ediciones. Se trata del principal evento del sector y el que mayor éxito tiene, pues en él se presentan los resultados innovadores de I+D de aceleradores en todo el mundo. La edición de este año se celebra en Vancouver (Columbia Británica) entre los días 29 de abril y 4 de mayo de 2018. Se espera que asistan más de 1.200 delegados y 70 expositores de la industria. España contará con un pabellón país destacado, y a la feria acudirán empresas españolas tales como AVS, Cadinox, Elytt Energy, Fagor, GMV y Jema, e instituciones como el sincrotrón ALBA, CIEMAT, el Centro Nacional de Aceleradores de la Universidad de Sevilla (CNA), el Instituto de Física Corpuscular de la Universidad de Valencia (IFIC) y el Laboratorio Subterráneo de Canfranc. La participación española en el evento será apoyada por ICEX, CDTI e INEUSTAR.⁶³

⁵⁹ Fuente: Laboratorio Subterráneo de Canfranc. Disponible en: <http://www.lsc-canfranc.es/es/>

⁶⁰ Fuente: Institut de Física Corpuscular. Disponible en: <http://webific.ific.uv.es/web/>

⁶¹ Fuente: Phys.org. 'Ultramassive' black holes discovered in far-off galaxies (2018). Disponible en: <https://phys.org/news/2018-02-ultramassive-black-holes-far-off-galaxies.html?platform=hootsuite>

⁶² Fuente: ICEX. Informe de feria. SPIE Astronomical telescopes + instrumentation (2014). Disponible en: <https://www.icex.es/icex/es/navegacion-principal/todos-nuestros-servicios/informacion-de-mercados/sectores/industria-y-tecnologia/documentos/DOC2015386565.html>

⁶³ Fuente: International Accelerator Particle Conference. Disponible en: <https://ipac18.org/welcome/>

6. Acceso al mercado – Barreras

La industria de la ciencia es un sector de alta intensidad tecnológica en el que, para competir, las empresas necesitan invertir un elevado capital, así como contar con personal altamente cualificado. Las empresas pertenecientes a este sector nacen con un perfil eminentemente internacional y necesitan adquirir tamaño para poder consolidarse y asegurar el éxito en los mercados exteriores.

6.1. Licitaciones y marco legal

Con la entrada en vigor provisional del acuerdo económico y comercial CETA entre la Unión Europea y Canadá, en septiembre de 2017, el acceso al mercado de las compras públicas se incrementa notablemente. En este acuerdo, las coberturas para bienes y servicios están basadas en listas negativas, es decir, que exceptuando las exclusiones puntuales recogidas en los anejos del acuerdo, todas las compras públicas que realicen las entidades listadas por encima de los umbrales establecidos quedan sujetas a las reglas del mismo. Las empresas europeas ganarían acceso al mercado subfederal canadiense en igualdad de condiciones que las empresas locales. Con CETA los procesos de compra pública también ganan en transparencia y seguridad jurídica, puesto que el acuerdo prevé la creación de un portal en internet donde se recogerán los anuncios de oportunidades⁶⁴ y se establece la obligación de crear un mecanismo de reclamación administrativa de decisiones tomadas por las provincias y territorios en la adjudicación de contratos.

Por otro lado, en abril de 2017, las provincias, territorios y el Gobierno federal firmaron un nuevo acuerdo de comercio interno, el Canada Free Trade Agreement (CFTA), que entró en vigor el 1 de julio de 2017. En el capítulo 5 de este acuerdo se regulan los procedimientos de compras públicas de todos los niveles del gobierno sobre la base de los principios de no discriminación, transparencia y accesibilidad de la información. Según este acuerdo, todas las compras previstas por la Administración Pública que superen los umbrales (los mismos que establece CETA) para servicios y trabajos de construcción deben someterse a concurso público. Se debe notificar la licitación usando un sistema de difusión pública electrónico y garantizar la no discriminación de los proveedores según el origen geográfico de la empresa o del producto.

⁶⁴ Fuente: Public Works and Government Services Canada. *Buy and Sell* (2018). Disponible en: <https://buyandsell.gc.ca/>

En general, salvando ciertas excepciones, una empresa extranjera puede presentarse en igualdad de condiciones a las oportunidades de compra pública cubiertas por el por el CFTA, siempre y cuando tenga una representación de negocios en Canadá.

En relación con el sector público, en Canadá existen los siguientes tipos de licitaciones:⁶⁵

- *Invitation to tender (ITT)*. En la oferta se detallan los criterios y los requerimientos y los licitadores compiten principalmente en el precio.
- *Request for proposal (RFP)*. Se evalúan otros factores además del precio.
- *Request for standing offer (RFSO)*. Los bienes o servicios se pueden necesitar de forma interrumpida, en determinadas ocasiones.
- *Request for Supply Arrangement (RFS)*. Son los contratos de abastecimiento, aunque dicho contrato no es vinculante entre la institución canadiense compradora y el proveedor.
- *Request for quotation (RFQ)*.
- *Request for expressions of interest (RFI)*.

Para contrataciones o compras superiores a 25.000 dólares canadienses (aproximadamente 15.600 euros) es necesario realizar un proceso de licitación. No sería necesario si la cantidad es menor, o si la compra pública se declara no competitiva; por ejemplo, en situaciones de emergencia imprevista, protección de la salud y de la seguridad pública, protección de derechos de propiedad intelectual, uso de prototipos o para el cumplimiento de objetivos de desarrollo económico y regional.

A continuación se enumeran las diferentes plataformas empleadas por los organismos gestores para publicitar sus licitaciones y concursos:

⁶⁵ Stobo, G. & Leschinsky, D. *The Canadian Public Procurement Regime en International Public Procurement: A Guide to Best Practice* (2016). Disponible en: http://blg.com/en/News-And-Publications/documents/publication_1799.pdf

PRINCIPALES PORTALES DONDE SE PUBLICAN LAS LICITACIONES Y CONCURSOS DE LOS ORGANISMOS GESTORES DE ICTS Y GIC

Organismo gestor	Publicación de licitaciones
National Research Council (NRC)	- Buy and Sell ⁶⁶ - RFP ⁶⁷
Canadian Space Agency (CSA)	- Canadian Space Agency ⁶⁸ - Buy and Sell - MERX ⁶⁹ - RFP
TRIUMF ⁷⁰	- MERX
Canadian Light Source (CLS)	- MERX
SNOLAB	- MERX - Ontario Energy Board ⁷¹
Atomic Energy Canada Limited (AECL) ⁷²	- Canadian Nuclear Laboratories ⁷³ - MERX

Fuente: Elaboración propia.

El Gobierno federal de Canadá cuenta con la *Nuclear Safety and Control Act*⁷⁴ (Ley de control y seguridad nuclear) en la que se establece la creación de la *Canadian Nuclear Safety Commission* (Comisión de seguridad nuclear canadiense) y se regula el desarrollo, producción y uso de la energía nuclear (incluyendo fisión y fusión nuclear), y la producción, posesión y uso de sustancias nucleares, equipamiento e información.

⁶⁶ Fuente: Buy and Sell. Disponible en: <https://buyandsell.gc.ca/>

⁶⁷ Fuente: RFP. Disponible en: <http://www.rfp.ca/>

⁶⁸ Fuente: Canadian Space Agency. Disponible en: <http://www.asc-csa.gc.ca/eng/funding-programs/funding-opportunities/default.asp>

⁶⁹ Fuente: MERX. Disponible en:

<https://www.merx.com/English/Nonmember.asp?WCE=Show&TAB=1&PORTAL=MERX&State=1&hcode=SqbREnHjXN%2fEwVH2mi7ow%3d%3d>

⁷⁰ Fuente: TRIUMF. *Procurement*. Disponible en: <http://www.triumf.ca/administration/procurement>

⁷¹ Fuente: Ontario Energy Board. Disponible en: <https://www.oeb.ca/about-us/public-tenders>

⁷² Fuente: Canadian Nuclear Laboratories. *2017/2018 Procurement Insights*. Disponible en: http://www.cnl.ca/site/media/Parent/2017-18_procurement_planv2_low.pdf

⁷³ Fuente: Canadian Nuclear Laboratories. *Procurement Opportunities & Awards*. Disponible en: http://www.cnl.ca/en/home/vendor_portal/opportunities-awards.aspx

⁷⁴ Fuente: Justice Laws Website. *Nuclear Safety and Control Act* (1997). Disponible en: <http://laws-lois.justice.gc.ca/eng/acts/N-28.3/page-1.html>

6.2. Barreras⁷⁵

La actividad científica y sus aplicaciones derivadas son percibidas cada vez más por la sociedad como de vital importancia para garantizar ciertos aspectos de la vida como la salud, el bienestar, los puestos de trabajo, etc. Sin embargo, las barreras son menos evidentes, pero reales para una industria que tiene capacidades intrínsecas para crecer. Entre las principales se pueden destacar:

- **Necesidad de mantener la especialización y la continuidad.** Para las empresas de este sector es necesaria una continuidad de su actividad para garantizar la rentabilidad de sus inversiones, puesto que trabajan en ámbitos muy especializados en los que necesitan que su personal esté altamente formado y necesitan emplear equipos singulares y de un elevado coste.
- **Necesidades especiales de financiación.** Por un lado, la empresa puede llegar a necesitar de manera concurrente garantías y avales para poder presentarse a concursos y, por otro, la necesidad de financiación a largo plazo.
- **Intensidad en la colaboración ciencia-industria.** La mayoría de los proyectos de IdC son de carácter innovador, en los que es de gran relevancia la interacción entre científicos y tecnólogos. El papel de los científicos es de suma importancia en la definición de los requerimientos y exigencias de la licitación o concurso, por lo que la colaboración con los científicos es, en muchas ocasiones, clave para conseguir lo que se requiere en condiciones, plazo y precio. Sin embargo, los diferentes objetivos y ritmos de las organizaciones involucradas frecuentemente dificultan el diálogo.
- **Potencial pérdida de tejido industrial de la IdC.** Como en otros sectores, aunque con más incidencia en la industria de la ciencia por las actividades desarrolladas por el mismo, existe una tendencia natural a la concentración por vía de fusiones y/o compras, y a que las grandes organizaciones absorban a las pequeñas.

6.3. Cooperación tecnológica internacional

Entre las diferentes opciones de entrada al mercado, se puede destacar la colaboración tecnológica con algún socio canadiense, mediante algún proyecto conjunto de I+D+i para obtener un nuevo producto y/o perfeccionar o complementar los existentes. Esto puede suponer una primera toma de contacto con el mercado canadiense a la vez que una ayuda para poder conseguir contactos y reputación. Existen varios programas en los que se puede colaborar con socios canadienses, como el programa Eureka (en proyectos de red, Eurostars o en diferentes *clusters*)⁷⁶ o el programa Horizonte 2020.⁷⁷

⁷⁵ Fuente: Francisco Javier Cáceres Núñez. *La Industria de la Ciencia: Una aproximación a sus mercados*. Dentro de: La industria de la ciencia. Oportunidades para España. Ministerio de Economía y Competitividad. Número 888 Enero-Febrero 2016. Disponible en: http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_888_C4DA4679A9F8BFD01CCFFF23C3121BFB.pdf

⁷⁶ Fuente: Eureka. *Eureka Clusters*. Disponible en: <http://www.eurekanetwork.org/eureka-clusters>



Dentro del programa Horizonte 2020 se podrían dar diferentes colaboraciones en liderazgo industrial o en determinados retos sociales como por ejemplo dentro del apartado “energía segura, limpia y eficiente”.

Por su parte, algunos de los requisitos para participar en el programa Eureka son los siguientes:

- El proyecto debe tener como resultado un producto, proceso o servicio innovador orientado al mercado.
- El proyecto tiene que tener participación de, al menos, dos países, siendo suficiente la participación de una empresa española y otra canadiense.
- El proyecto puede hacer uso de cualquier área tecnológica y puede ser aplicado a cualquier sector del mercado, siempre que tenga un uso civil.

Dentro de Eureka se puede participar en diferentes instrumentos, como son los proyectos de red, Eurostars o los *Clusters*. La financiación ofrecida por el Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial, E.P.E. (CDTI-E.P.E.) puede ser en forma de crédito⁷⁸ o de subvención^{79,80}.

Para más información sobre el programa Eureka se puede visitar la página web del CDTI-E.P.E.,⁸¹ para las empresas españolas, o la página web del National Research Council (NRC),⁸² para las empresas canadienses. Para más información sobre el programa Horizonte 2020 se puede visitar la página web del Portal del Participante⁸³ donde se encontrará toda la información.

⁷⁷ Fuente: Horizon2020. *The EU Framework Programme for Research and Innovation*. Disponible en: <https://ec.europa.eu/programmes/horizon2020/>

⁷⁸ Fuente: CDTI-E.P.E. *Financiación de la I+D*. Disponible en: <http://cdti.es/index.asp?MP=100&MS=802&MN=1&TR=C&IDR=593>

⁷⁹ Fuente: CDTI-E.P.E. Convocatoria Interempresas Internacional. Disponible en: <http://cdti.es/index.asp?MP=100&MS=802&MN=1&TR=C&IDR=1254>

⁸⁰ Fuente: CDTI-E.P.E. Programa Innoglobal. Disponible en: <http://cdti.es/index.asp?MP=100&MS=802&MN=1&TR=C&IDR=2458>

⁸¹ Fuente: CDTI-E.P.E. *¿Qué es Eureka?* Disponible en:

<https://www.cdti.es/index.asp?MP=4&MS=0&MN=1&textobuscado=eureka&tipo=1&TR=A&IDR=38&tipoO=Contenido&id=77&xtrmc=ureka&xtrcr=8>

⁸² Fuente: NRC. *Eureka!* Disponible en: <https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/about/global/eureka.html>

⁸³ Fuente: Horizon 2020. *Participant Portal*. Disponible en: <http://ec.europa.eu/research/participants/portal/desktop/en/home.html>

7. Perspectivas del sector⁸⁴

A nivel global, las inversiones en ciencia y tecnología seguirán creciendo en los próximos años, y con ello se crearán nuevas instalaciones científicas, las cuales permitirán ampliar los límites del conocimiento y ayudar a dar solución a los retos que preocupan a la humanidad. En este sentido, Gobiernos nacionales, la Unión Europea, la UNESCO y la OCDE están estableciendo recomendaciones y políticas de actuación.

Otra tendencia a tener en cuenta es la creciente demanda por parte de las administraciones públicas, para que las instalaciones científicas y la ciencia en general incrementen la visibilidad y utilidad de los impactos positivos que generan en la sociedad. Esto es esencial para que la opinión pública entienda el beneficio que ofrecen estas instalaciones, ya que ello afecta directamente a la orientación y a la priorización de nuevas instalaciones.

Respecto a los sectores con mayores expectativas de desarrollo, destaca el estudio de la materia, ya que aporta los elementos genéricos para el conocimiento del universo y es un importante motor de la astrofísica, la biología, la ciencia de materiales y otros subsectores. Es por ello que cabe esperar que las inversiones en aceleradores de partículas sigan continuando.

Por otra parte, la versatilidad de las tecnologías implicadas y sus posibilidades de aplicación en amplios campos de investigación, puede llevar a un incremento de las instalaciones FEL (láseres de electrones libres) y de láseres en condiciones extremas de pulso, tiempo y energía, ya que pueden abrir paso a soluciones menos costosas que las actuales en una gran diversidad de aplicaciones.

El sector de la astrofísica y ciencias del espacio también experimentará un fuerte impulso a medio plazo, ya que la búsqueda de exoplanetas y el comienzo de la captación de recursos exteriores están sobre la agenda estratégica de muchos países, además de formar parte de su carrera por la competitividad y el posicionamiento futuro.

En cuanto a Canadá, la Universidad Queen's fue subvencionada en 2016 con 64 millones de dólares canadienses (aproximadamente 40 millones de euros) para la creación del *Canadian*

⁸⁴ Fuente: Francisco Javier Cáceres Núñez. *La Industria de la Ciencia: Una aproximación a sus mercados*. Dentro de: *La industria de la ciencia. Oportunidades para España*. Ministerio de Economía y Competitividad. Número 888 Enero-Febrero 2016. Disponible en: http://www.revistasice.com/CachePDF/ICE_888_C4DA4679A9F8BFD01CCFFF23C3121BFB.pdf

Particle Astrophysics Research Centre (CPAR) con el objetivo de investigar el origen del universo mediante experimentos relacionados con materia oscura y neutrinos.⁸⁵

En relación con la fusión nuclear, a pesar de que el Gobierno federal canceló el programa nacional de fusión nuclear a mediados de los años 90, queda todavía el conocimiento y experiencia de aquellos grupos que trabajaban en este sector y que actualmente podrían ser utilizados para lograr energía de fusión en Canadá.⁸⁶

Actualmente, la capacidad innovadora del país en este sector se evidencia con las prometedoras investigaciones que se están llevando a cabo en instituciones y universidades canadienses, y que incluyen⁸⁷:

- El Plasma Physics Laboratory (Laboratorio de Física de Plasma) de la Universidad de Saskatchewan, el cual opera un pequeño tokamak denominado STOR-M.
- La empresa General Fusion, localizada en Columbia Británica, está liderando una alternativa tecnológica denominada *Magnetized Target Fusion*, la cual persigue reducir el coste final de la energía de fusión.
- Investigadores de la Universidad de Alberta, que se centran en los principios del confinamiento inercial como parte de un estudio más amplio de las propiedades y aplicaciones del plasma.
- La investigación de física de plasma llevada a cabo en el Institut National de la Recherche Scientifique (Instituto Nacional de Investigación Científica) de Quebec, que se centra en el confinamiento magnético y la tecnología de reactor de fusión, incluyendo la investigación de los principios físicos de las centrales de fusión.
- La instalación Tritium en el Canadian Nuclear Laboratories (Laboratorios Nucleares Canadienses), que ha estado involucrada en varias actividades de I+D relacionadas con el tritio, como el desarrollo de materiales reproductores de litio y el diseño de sistemas de limpieza de combustible de fusión.

Por otro lado, el país se podría convertir en un líder mundial en fusión en 2030 de acuerdo con un informe denominado *Fusion 2030*⁸⁸ publicado por la *Canadian Nuclear Society* (Sociedad Nuclear Canadiense), en colaboración con universidades, la industria y centros de investigación canadienses. El informe establece las directrices a seguir para conseguir el objetivo anteriormente mencionado y liga este liderazgo global a que el Gobierno federal se comprometa a destinar 125 millones de dólares canadienses (aproximadamente 80 millones de euros) en los próximos cinco años en investigación. Sin embargo, para poder construir una planta de demostración, también se

⁸⁵ Fuente: The Whig. *Queen's awarded \$64 million in research grants* (2016). Disponible en: <http://www.thewhig.com/2016/09/06/queens-awarded-64-million-in-research-grants>

⁸⁶ Fuente: James Maloney. *The nuclear sector at a crossroads: fostering innovation and energy security for Canada and the world* (2017). Disponible en: https://www.cns-snc.ca/media/pdf_doc/position_papers/RNNR_Report_Nuclear.pdf

⁸⁷ Fuente: Canadian Nuclear Association. *Fusion Research*. Disponible en: <https://cna.ca/technology/research-development/fusion-research/>

⁸⁸ Fuente: Canadian Nuclear Society *et al.* *Fusion 2030. A Roadmap for Canada* (2017). Disponible en: http://www.fedorukcentre.ca/docs/Fusion_2030_roadmap_20160930.pdf



necesitaría la colaboración provincial con otros 125 millones de dólares canadienses.⁸⁹ Según la Canadian Nuclear Association (Asociación Nuclear Canadiense) y su informe Vision 2050, para dicho año se espera que la fusión sea una realidad tangible, en la que Canadá jugará un papel potencialmente importante, sobre todo en el caso de los reactores de fusión pequeños y modulares.⁹⁰

icex

⁸⁹ Fuente: CBC News. *Canada could be a world leader in nuclear fusion by 2030, report suggests* (2017). Disponible en: <http://www.cbc.ca/news/canada/british-columbia/canada-nuclear-fusion-2030-1.3953187>

⁹⁰ Fuente: Canadian Nuclear Association. *Vision 2050* (2017). Disponible en: <https://cna.ca/wp-content/uploads/2018/02/CNA-185-Vision-2050-whitepaper-new-branding-WEB-D2.pdf>

8. Oportunidades⁹¹

Desde la perspectiva de la física subatómica, son varios los proyectos e iniciativas que prometen mejorar el conocimiento que tenemos actualmente del universo. Estos proyectos comenzarán su desarrollo en los próximos años y hasta 2021, pero será en el periodo 2022-2026 cuando requieran una cantidad significativa de capital. Durante este periodo, Canadá necesitará dirigir sus esfuerzos hacia grandes proyectos que prueben la jerarquía de masas y la naturaleza de los neutrinos, investigando el proceso “neutrinoless double-beta decay” y buscando directamente la materia oscura. Todos estos esfuerzos requerirán considerables recursos y, es por tanto esencial que existan contribuciones y colaboraciones con socios extranjeros.

Investigadores de física subatómica de todo el mundo están avanzando en los diseños de varias grandes instalaciones que podrían tener implicaciones para futuras investigaciones canadienses. En relación con la física de partículas de alta energía, un objetivo importante es el desarrollo de tecnologías de aceleración de alto gradiente. Se espera que la próxima generación de máquinas *energy-frontier* sea un colisionador de electrones-positrones lineal o un colisionador circular con una circunferencia de hasta 100 km.

Se está considerando para los próximos años la extensión de la ICTS ISAC, lo que incluiría la construcción de un anillo de almacenamiento de iones que reciba iones acelerados de ISAC-II. Esto podría permitir que los experimentos se realicen con núcleos ligeros muy ricos en neutrones.

Oportunidades como las mencionadas previamente requieren una inversión constante en investigación y desarrollo de detectores y aceleradores para asegurar la excelencia continua de la física subatómica canadiense en las próximas décadas y para sostener los impactos positivos que la investigación fundamental ha causado en la sociedad y la industria canadiense. Esta financiación garantizaría el futuro de este campo, además de proporcionar una excelente capacitación de personal altamente cualificado con habilidades transferibles al sector industrial.

Por otro lado, es necesario destacar la iniciativa global denominada “Mission Innovation”⁹², de la cual Canadá forma parte con el objetivo de acelerar la innovación energética para convertir al país en uno de los nueve países que han incluido la energía nuclear y, por tanto, la fusión nuclear, como parte de su plan para duplicar el gasto nacional en energías limpias e investigación.

⁹¹ Fuente: NSERC. *Canadian Subatomic Physics Long Range Plan 2017-2021* (2016). Disponible en: <http://www.subatomicphysics.ca/#toc>

⁹² Fuente: Mission Innovation. Disponible en: <http://mission-innovation.net/participating-countries/canada/>

Recientemente, la Secretaria Parlamentaria del ministro de Recursos Naturales, destacó que el Gobierno federal ha comprometido 1.200 millones de dólares canadienses (aproximadamente 740 millones de euros) para apoyar y renovar las infraestructuras de los laboratorios federales de CNL en Chalk River.⁹³

Canadá es un país reconocido internacionalmente como un mercado y un entorno regulador particularmente favorable para la energía nuclear. Prueba de ello es el programa para reemplazar los principales componentes de 10 de las 18 centrales nucleares operativas de Ontario en los próximos 15 años, con un valor de aproximadamente 25.000 millones de dólares canadienses (aproximadamente 15.700 millones de euros). Un posicionamiento anticipado de liderazgo permitirá a Canadá asegurar una parte significativa de un mercado global proyectado en 400.000 – 600.000 millones de dólares canadienses para reactores pequeños y modulares (SMR).⁹⁴

8.1. Presupuesto federal 2018⁹⁵

En los presupuestos federales de Canadá publicados en febrero de 2018, concretamente en el apartado “Investing in Canadian Scientists and Researchers”, se pone un gran énfasis en la investigación canadiense, proponiendo una inversión de casi 4.000 millones de dólares canadienses en el sistema de investigación de Canadá para apoyar el trabajo de los investigadores y proporcionarles acceso a las herramientas e instalaciones de última generación. En dicho documento se hace referencia a la necesidad de promocionar una mayor cooperación global, fomentando más investigación interdisciplinar.

En general, en los presupuestos de 2018 se destinan más de 1.300 millones de dólares canadienses durante cinco años para inversiones en laboratorios, equipos e infraestructuras de investigación, donde cabe destacar las siguientes partidas:

- Canada Foundation for Innovation. Dicha organización recibirá 763 millones de dólares canadienses durante cinco años para financiar equipos y laboratorios en centros canadienses y se espera que pueda recibir 462 millones anuales a partir del año 2023-2024. Dentro de la dotación que recibirá en los próximos cinco años destacan los 160 millones que se destinarán al Foundation's Major Science Initiatives Fund, a través del cual se financiarán instituciones como el Canadian Light Source o SNOLAB.
- Research Support Fund. A través de este fondo se destinarán 231,3 millones de dólares canadienses durante cinco años para el mantenimiento de laboratorios y otros espacios de investigación.

⁹³ Fuente: Ponencia de Kim Rudd, Secretaria Parlamentaria del ministro de Recursos Naturales, en CNA2018. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=_JxfL-lmyho&list=PL1JwiXZqo5_CvSZ-ifZ-l53n2efkT7qzX&index=3

⁹⁴ Fuente: Canadian Nuclear Association. *Vision 2050* (2017). Disponible en: <https://cna.ca/wp-content/uploads/2018/02/CNA-185-Vision-2050-whitepaper-new-branding-WEB-D2.pdf>

⁹⁵ Fuente: Government of Canada. *Budget Plan 2018*. Disponible en: <https://www.budget.gc.ca/2018/docs/plan/toc-tdm-en.html>



Por último, dentro del plan de renovación de los laboratorios federales, Public Services and Procurement Canada comenzará un proceso para la construcción de instalaciones científicas y tecnológicas de colaboración y multiusos. El Gobierno propone destinar 2.800 millones de dólares canadienses durante cinco años comenzando en el año 2018-2019.

icex

9. Información práctica

9.1. Principales ferias y conferencias en Canadá y Estados Unidos en 2018

Nombre	Fecha	Localización	Website
IPAC 2018 - 9 th International Particle Accelerator Conference	29 de abril – 4 de mayo de 2018	Vancouver (Columbia Británica)	https://ipac18.org/
CAP Congress – Canadian Association of Physicists	11 de junio – 15 de junio de 2018	Halifax (Nueva Escocia)	https://www.cap.ca/congress-conference/congress-2018/
XRM2018 – 14 th International Conference on X-Ray Microscopy	19 de agosto – 24 de agosto de 2018	Saskatoon (Saskatchewan)	http://xrm2018.com/
ANTEM 2018 – 18 th International Symposium on Antenna Technology and Applied Electromagnetics	19 de agosto – 22 de agosto de 2018	Waterloo (Ontario)	http://antem.ee.umanitoba.ca
4 th International Workshop on “State of the Art in Nuclear Cluster Physics”	13 de mayo – 18 de mayo de 2018	Galveston (EE.UU.)	https://cyclotron.tamu.edu/sotanpc4/
CAARI – 25 th Conference on Application of Accelerators in Research and Industry	11 de agosto – 17 de agosto de 2018	Grapevine (EE.UU.)	http://www.caari.com/

9.2. Asociaciones y organizaciones

- National Research Council (<https://www.nrc-cnrc.gc.ca/eng/>)
- Canadian Space Agency (<http://www.asc-csa.gc.ca/eng/Default.asp>)
- TRIUMF: Canada's particle accelerator centre (<http://www.triumf.ca/>)
- Canadian Source Light Inc. (<http://www.lightsource.ca/>)
- SNOLAB (<https://www.snolab.ca/>)
- Atomic Energy Canada Limited (AECL) (<http://www.aecl.ca/en/home/default.aspx>)
- Institute of Particle Physics (<http://www.ipp.ca/>)
- Canadian Particle Astrophysics Research Centre (<https://www.cparc.ca/>)
- Canadian Nuclear Association (<https://cna.ca/technology/research-development/fusion-research/>)
- Fusion Energy Science and Technology (<https://www.cns-snc.ca/CNS/fusion/>)
- Canadian Institute for Theoretical Astrophysics (<https://www.cita.utoronto.ca/>)
- Dunlap Institute for Astronomy and Astrophysics (<http://www.dunlap.utoronto.ca/>)
- Canadian Institute of Nuclear Physics (<http://cinp.phys.uregina.ca/>)
- The Institute of Particle Physics (<http://www.ipp.ca/>)
- The Perimeter Institute for Theoretical Physics (<https://www.perimeterinstitute.ca/>)
- AstroLab (<http://www.astrolab-parc-national-mont-megantic.org/en/>)
- ACURA – Association of Canadian Universities for Research in Astronomy (<http://apura.craa-astro.ca/>)
- CIFAR – Canadian Institute for Advanced Research (<https://www.cifar.ca/>)
- Canadian Foundation for Innovation (<https://www.innovation.ca/>)
- NSERC (http://www.nserc-crsng.gc.ca/index_eng.asp)
- ACEC – Association of Consulting Engineering Companies (<https://www.acec.ca/>)

9.3. Revistas

- Canadian Journal of Physics (<http://www.nrcresearchpress.com/journal/cjp>)
- Physics in Canada (<https://www.cap.ca/publications/physics-canada-pic/>)
- Journal of the Royal Astronomical Society of Canada (<https://www.rasc.ca/journal>)

ICEX

Si desea conocer todos los servicios que ofrece
ICEX España Exportación e Inversiones para impulsar
la internacionalización de su empresa contacte con:

Ventana Global

900 349 000 (9 a 18 h L-V)
informacion@icex.es

