Comisión Chilena de Energía Nuclear

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile

2020

MEMORIA INSTITUCIONAL

Comisión Chilena de Energía Nuclear

INDICE

3 Introducción

4 Investigación y Desarrollo

17 Roles de Autoridad Competente Nacional

22 Salud Humana

28 Disponibilidad de Servicios

46 Nuestro Valor: Capital Humano

55 Responsabilidades Internacionales

57 Gestión Corporativa

70 Vinculación e Interación con la Sociedad

INTRODUCCIÓN

Somos la Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN), un instituto tecnológico y de investigación público, dependiente del Ministerio de Energía, con 57 años de contribución al país, dedicados a ciencias y tecnologías nucleares, y a sus aplicaciones, que impactan diversas áreas de la sociedad, y al desarrollo, regulación y utilización de los usos pacíficos de la energía nuclear y las radiaciones ionizantes.

Entregamos productos y servicios que se desprenden de este tipo de tecnología, proporcionamos asesoramiento experto en materias de nuestra competencia y aseguramos que todas estas actividades no generen impactos negativos sobre las personas y el medioambiente, tanto dentro como fuera de nuestras instalaciones.

Por otra parte, nos corresponden las actividades relacionadas con la regulación, supervisión, control y fiscalización de los usos y aplicaciones de la energía nuclear y las radiaciones, desde nuestro rol como autoridad competente, a nivel nacional, en 1 categoría.

Para estas actividades, contamos con un equipo humano integrado por 293 personas, de múltiples especialidades científico-técnicas de amplio espectro, así como de gestión y administración. Contamos con una infraestructura única en el país, de relevante valor científico técnico, con dos Centros de Estudios Nucleares, que poseen dos reactores de investigación, además de laboratorios, instalaciones de radiofarmacia, plantas de producción, bibliotecas e instalaciones de apoyo.

A través de este documento, buscamos dar cuenta de nuestros logros y avances en uno de los años más difíciles de los que tengamos memoria. No obstante tales circunstancias, mantuvimos operativas nuestras actividades, en cuanto a investigación, como así también nuestro rol como autoridad reguladora, asesoría y proveedora de productos y servicios esenciales.

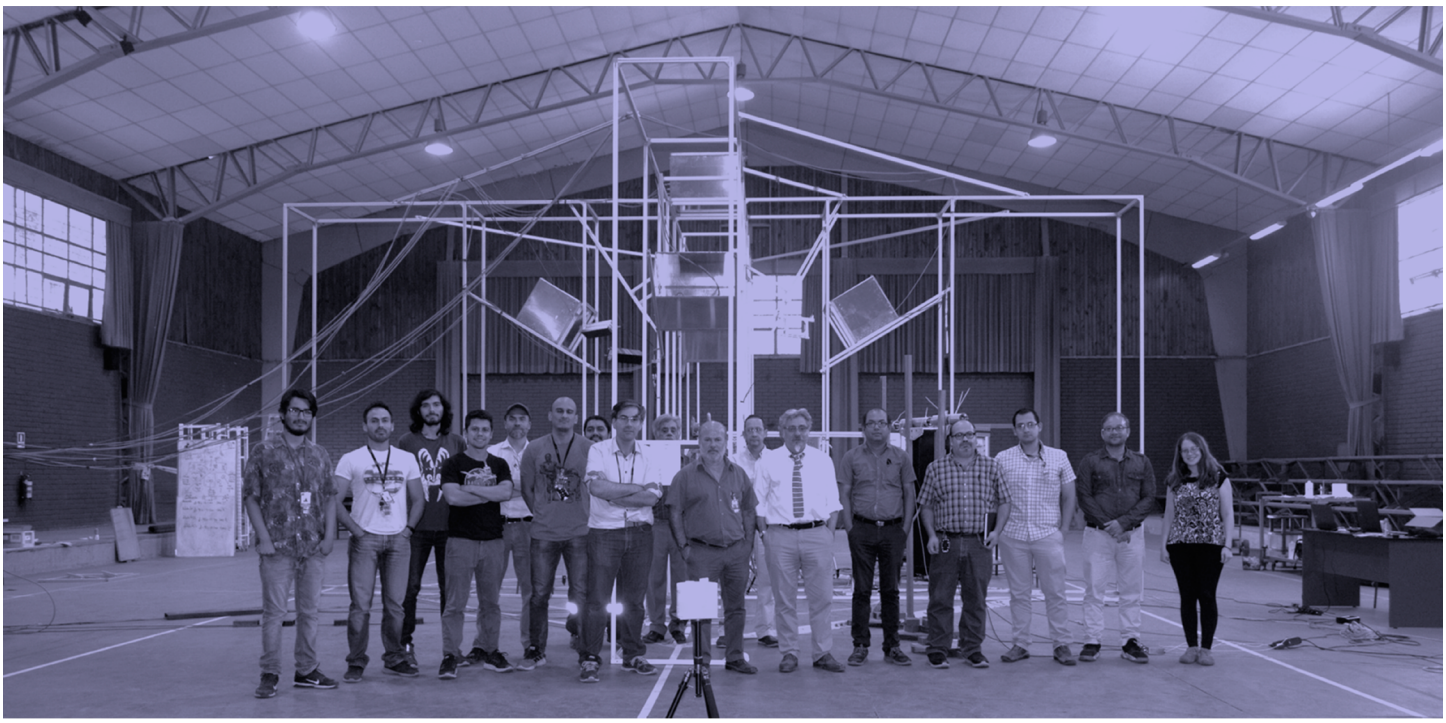
Hicimos grandes esfuerzos por trabajar con creatividad, innovación y mucho sentido de servicio público, buscando solución a los obstáculos que planteó la situación sanitaria y el distanciamiento social. Si bien cumplimos con los requerimientos que recibimos, la disminución de la actividad a nivel nacional, en algunas áreas, disminuyó la demanda de algunos de nuestros productos y servicios.

Invito a cada uno y una de ustedes a informarse sobre quiénes somos, qué hacemos y, más importante aún, cómo contribuimos a nuestro país.

Dr. Jaime Salas Kurte
Director Ejecutivo Comisión Chilena de Energía Nuclear

INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO

Como Instituto Tecnológico y de Investigación Público, tenemos el rol de fomentar y ejecutar actividades de investigación y desarrollo. En esa línea, generamos políticas; participamos en la gestión administrativa de los proyectos en sus distintas etapas; somos parte de los esfuerzos por mejorar la disponibilidad de infraestructura para nuestras labores investigativas; colaboramos en procesos de vinculación con grupos de interés, en la transferencia de conocimiento y tecnologías al medio, y en el impulso de iniciativas de divulgación científica-tecnológica asociadas a I+D.



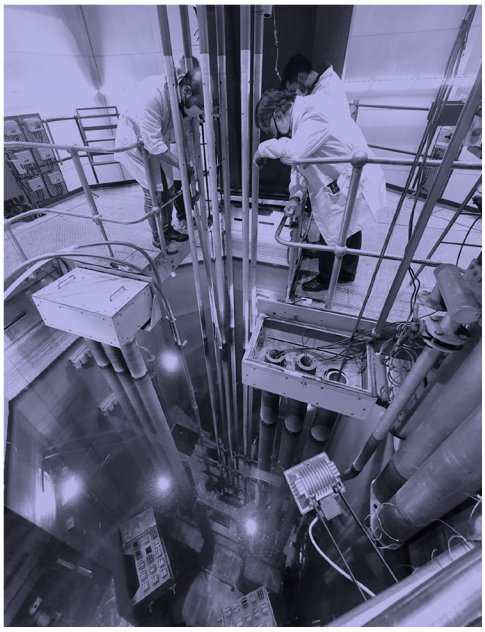


Foto 1: Equipos de física nuclear durante actividades de investigación.

NUESTROS HITOS

- Iniciamos la implementación de un modelo de fortalecimiento de I+D para generar el más alto desempeño e impacto, que incluye las bases para establecer un dominio de intermediación para la transferencia de conocimiento y tecnología al entorno.

- Desarrollamos un convenio con el Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación, para establecer ámbitos de interés conjuntos, con el objetivo de apoyar con conocimiento y evidencia, políticas públicas en áreas de I+D de interés nacional.

- Establecimos un convenio con la Comisión de Energía Atómica y Energías Alternativas de Francia, para la cooperación científica en áreas de tecnologías del litio para aplicaciones en almacenamiento de energía y tecnologías de hidrógeno verde.

- Participamos en el directorio para el establecimiento del "Roadmap de la Estrategia Tecnológica para el Litio en Chile", organizado por la Corporación de Fomento de la Producción (CORFO).

- Realizamos el cambio de configuración del núcleo del reactor, actividad íntegramente desarrollada por un nuevo equipo de operadores del reactor, lo que representa un hito, puesto que así concluyó la etapa de formación de estos funcionarios, dando paso a su pleno desarrollo profesional, que asegura la disponibilidad y sostenibilidad de la operación del Reactor Chileno de Investigación Nº 1 (RECH-1).

- Nuestros principales proyectos en ejecución fueron cinco FONDECYT (Fondo Nacional de Desarrollo Científico y Tecnológico); un FONDEF (Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico); un proyecto Anillo; tres de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI), financiados por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID); dos proyectos apoyados por el Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA); y diversos proyectos internos.

  Estas iniciativas se despliegan con un equipo que incluye a investigadores/as, memoristas y tesistas de pregrado y postgrado, en materias de salud humana, biodiversidad, medioambiente y cambio climático, alimentos, aplicaciones en energía, física de plasmas y física nuclear, y tecnologías de neutrones.

  Los temas son tan diversos como el efecto de radiaciones pulsadas en la materia viva; el desempeño de nanopartículas de compuestos de litio en aplicaciones de energía; la inspección ultrasónica en combustibles nucleares; la evaluación de la erosión en viñas en valles centrales o la evaluación de la polución en el agua desde actividades agrícolas.

  Nuestra amplitud también se refleja en investigaciones en el mejoramiento de parámetros de crecimiento en especies de eucaliptus, en estudios de la ionización de colmenas chilenas para prevenir la Loque americana o, en salud, mediante la estimación de dosis y daño citogenético en pacientes con cáncer de mama.

PROYECTOS ACTIVOS EN I+D

Tipo	Nombre proyecto	Director / jefe proyecto	Inicio	Término
FONDEF ANID	Síntesis nanopartículas de Li-S-C para dispositivos de almacenamiento de energía de alta densidad, mediante método de expansión de plasma térmico supersónico.	Biswajit Bora	01/12/2019	01/12/2021
ANILLO ANID	Física de plasma y potencia pulsada para energía y vida, efectos de aplicaciones en materia viva y materiales.	Leopoldo Soto	31/12/2017	30/06/2021
FONDECYT REGULAR	Principios de máxima entropía y máximo calibre de mecánica estadística computacional: de los fundamentos de las aplicaciones.	Gonzalo Gutiérrez Sergio Davis	01/04/2017	01/04/2021
FONDECYT REGULAR	Estudios experimentales de neutrones utilizando un sistema de espectrómetro de neutrones multipropósito de amplio rango de energía basado en el método de esfera de *Bonner* y detectores de contadores espaciales.	Francisco Molina	01/04/2017	01/04/2021
FONDECYT REGULAR	Caracterización experimental de radiaciones pulsadas y partículas generadas por dispositivos de enfoque de plasma de baja energía y estudio de sus efectos de la materia.	José Moreno	01/04/2019	01/04/2023
FONDECYT POSTDOC	Optimización y modificación de dispositivo de enfoque de plasma de 1 kilo Joule, medición de radiación pulsada (rayos X, neutrones) y partículas cargadas y sus aplicaciones en material orgánico e inorgánico.	Jalaj Jain	15/03/2019	15/03/2021
FONDECYT POSTDOC	Rol ARNs no codificantes exosomales en inducción del daño en ADN, secundario a radiación ionizante.	Rodrigo Andaur	15/03/2019	15/03/2021
CRP IAEA	Uso de isótopos estables (cesio y estroncio) como herramientas de seguimiento para predecir la absorción de radionúclidos y optimizar la remediación de contaminación en la agricultura.	Adriana Nario	09/07/2019	08/7/2024
CRP IAEA	Estimación dosis absorbida y daño citogenético en pacientes con cáncer de mama como herramienta hacia tratamiento de radioterapia personalizado.	Valentina Verdejo	10/07/2017	09/07/2021
PAI	Evaluación de radio-hórmesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en Eucalyptus nitens y Peumus boldus.	Daniel Villegas	01/03/2019	01/03/2021
PAI	Bases metodológicas para una evaluación piloto epidemiológica-ambiental, entre anomalías geoquímicas en suelos de la región de O'Higgins y su asociación con la mortalidad por enfermedades crónicas no-transmisibles.	Ana Valdés	01/02/2019	01/02/2021
PAI	Desarrollo y evaluación de una metodología efectiva de control y prevención de Loque americana en colmenas chilenas mediante irradiación gamma para fortalecer una apicultura nacional sustentable.	Enrique Mejías	15/10/2019	15/10/2021

Tabla 1: Protocolos activos en I+D.

- Desarrollamos la primera fase de un estudio para explorar la factibilidad de Exportación de Elementos de Combustible Nuclear para Reactores de Investigación.
- Comenzamos a implementar un Laboratorio de investigación y Desarrollo para Radiofarmacia, con foco en el estudio de nuevos radiofármacos orientados, principalmente, al diagnóstico y tratamiento de enfermedades no transmisibles.
- Por primera vez, participamos en los concursos FONDEQUIP (Fondo de Equipamiento Científico y Tecnológico), definidos como capacidades tecnológicas que, administradas por la institución albergante, son puestas a disposición de toda la comunidad científico-tecnológica nacional.

Nombre proyecto	Investigador CCHEN	Instituciones participantes	Participación CCHEN	Término
Modernización del Difractómetro de Neutrones DELILAH del Reactor Nuclear Chileno RECH-1	Francisco Molina	CCHEN	Institución principal	IX Concurso de Equipamiento Científico y Tecnológico mediano FONDEQUIP 2020
Plataforma tecnológica para el estudio de los efectos de las radiaciones ionizantes en sistemas biológicos	Ethel Velásquez	CCHEN	Institución principal	IX Concurso de Equipamiento Científico y Tecnológico mediano FONDEQUIP 2020
Centro de Imágenes Moleculares, Chile	Leopoldo Soto Luis Huerta Ethel Velásquez Roberto Mercado	CCHEN ISP U. de Chile U. de Los Andes U. de Concepción U. del Desarrollo	Beneficiaria	I Concurso de Equipamiento Científico y Tecnológico mayo FONDEQUIP 2020

Tabla 2: Proyectos postulados a FONDEQUIP.

Uno de los proyectos que postulamos al programa FONDEQUIP de la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID) de Equipamiento Mayor, propone la instalación de un Centro de Imagenología Molecular (MICE), con un MicroPET-CT para procesar imágenes para estudios preclínicos. Contó con apoyo de siete instituciones nacionales y tres internacionales, incluidos el Plan Nacional del Cáncer y el Instituto de salud Pública.

Si bien la iniciativa no fue adjudicada, obtuvimos un puntaje de 4.74 (de 5.00), quedando a solo una décima del puntaje de corte (4,84), lo que reafirma que es posible obtener resultados favorables -de tal envergadura- en un plazo no lejano.

Además, mediante la postulación al programa FONDEQUIP-ANID de Equipamiento Mediano, se proyecta un Centro de Nanoscopía de Alta Resolución (CHiReN), para diagnóstico no destructivo, a nivel molecular y atómico de materiales químicos y biológicos, en estudios de materiales para aplicaciones en energía, combustible nuclear y dosimetría de radiaciones ionizantes pulsadas.

- Consolidamos la incorporación de investigadores, inicialmente financiados por el Programa PAI, en las áreas de mejoramiento genético de especies vegetales, la inocuidad y seguridad alimentaria, hidrogeología y celdas fotovoltaicas orgánicas.

- Generamos 21 publicaciones, de las cuales el 90% fueron publicadas en revistas científicas de alto y medio impacto, en categorías Q1 y Q2.

Q1-Q2 (alto y medio impacto) : 21 publicaciones
Q3-Q4 (bajo impacto) : 3 publicaciones

Nombre artículo	Autores	Revista	Fecha aceptación	Cuartil
Radiactividad de dos protones: el caso interesante de 67Kr y estudios posteriores	J. Giovinazzoa, T. Goigouxa, B. Blanka, P. Aschera M. Gerbauxa, S. Grévya, S.E.A. Orrigoc, B. Rubio, Y. Fujita, M. Tanaka W. Gelletly, P. Aguilera, F. Molina.	Acta Physica Polonica B	8/01/2020	Q3
Estudiando la decadencia exótica 70Kr -> 70Br	A. Vitéz-Sveiczera, A. Algoraa, A.I. Moralesa, B. Rubioa G.G. Kissb, G. de Angelise, F. Recchiaf, S. Nishimurad, P. Aguilera, F. Molina.	Acta Physica Polonica B	14/01/2020	Q3
Inferencia de la emisión de rayos X a partir de una descarga de Plasma Focus: comparación entre parámetros característicos y análisis de redes neuronales	Gonzalo Avaria, Sergio Davis, Cristian Pavez, Luis Orellana, Jorge Ardila, Roger Schurch	IEEE Access	15/04/2020	Q1
Biosíntesis in vitro de nanoestructuras que contienen Ag, Au y Te mediante extractos libres de células de bacteria Exiguo	Javier Orizola, Claudia Muñoz, Esteban Vargas, Claudio Vásquez, Felipe Arenas,y Mirtha Ríos	BMC Biotechnology	21/05/2020	Q1
Resolver ecuaciones de movimiento mediante el uso de la metrópolis de Monte Carlo: método novedoso a través del muestreo de rutas aleatorias y el principio de calibre máximo	Diego González, Sergio Davis y Sergio Curilef	Entropy	7/08/2020	Q2
Resolver ecuaciones de movimiento utilizando Monte Carlo Metropolis: método novedoso a través de caminos aleatorios y principio de máximo calibre	Diego González, Sergio Davis, Sergio Curilef	Entropy	14/08/2020	Q2
Teoremas de fluctuación en estadística no extensiva	Sergio Davis y Haridas Umpierrez	Physics A	15/08/2020	Q1
Un modelo estadístico general para los tiempos de espera hasta el colapso de un sistema	Sergio Davis, Vivianne Olguín-Arias y Gonzalo Gutiérrez.	Physics A	2/09/2020	Q1
Entropía máxima condicional y superestadísticas	Sergio Davis	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical	9/09/2020	Q2
Fluctuaciones de energía potencial microcanónicas y densidad configuracional de estados para sistemas a nanoescala	Alejandra Montecinos, Claudia Loyola, Joaquín Peralta, Sergio Davis	Physics A	13/09/2020	Q1
Mecánica estadística computacional de un gas de Coulomb tridimensional confinado	Sergio Davis, Jalaj Jain, Biswajit Bora	Physical Review E	8/10/2020	Q1
Modelo para formación de defectos en materiales expuestos a radiación	Sergio Davis, Felipe González, Gonzalo Gutiérrez, Gonzalo Avaria, Biswajit Bora, Jalaj Jain, José Moreno, Cristian Pavez, Leopoldo Soto	Matter and Radiation at Extremes	29/11/2020	Q1
Sobre posibles distribuciones de temperatura en estados estacionarios de no equilibrio	Sergio Davis	Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical	4/12/2020	Q1

Sobre el uso de múltiples capas activas apiladas en células fotovoltaicas orgánicas	L. Cattin, Z. El Jouad, M. B. Siad, M. Morsli, L. Arzel, E. Ortega, G. Louarn, G. Neculqueo, H. Lamkaouane, A. Khelil, M. Addou, M. A. del Valle, F. Mir, J. C. Bernede	Journal of Materials Science	13/03/2020	Q1
Factor de extracción y separación para complejos de lantano (III) y cerio (III) de medio acuoso utilizando líquido iónico y Kerosene	Angélica Quintrical, José Hernández, Julio Romero, Esteban Quijada, Bringas E, Felipe Olea	Advances in Chemical Engineering and Science	17/07/2020	Q4
Recuperación de elementos de tierras raras presentes en colas mineras, mediante lixiviación con soluciones nítricas y clorhídricas	Peter Fleming, Pedro Orrego, F. Pinilla	World Journal of Nuclear Science and Technology	5/10/2020	Q1
Metodología para inspección ultrasónica de placas de combustible U-Mo tipo dispersión	Luis Olivares, José Hernández, Mario Barrera, María J. Alarcón, Jaime Lisboa, Alberto Navarrete	Progress in Nuclear Energy - Editorial Elsevier	8/11/2020	Q1
Radicales libres derivados radiólisis de reticulación oxidativa de eGFP de agua AAPH involucrando enlaces Tyr-Tyr y Tyr-Cys: fluorescencia de proteína se conserva solo hacia radicales peroxilo	Ricardo Zamora, Eduardo Fuentes, Pablo Barrías, Alejandra Herrera-Morandé, Francisco Mura, Victor Castro, Tomás Rojas, Camilo López, Paulina Aguirre, Andrea Rivas-Aravena, Alexis Aspee	ELSEVIER	8/02/2020	Q1
Interacciones entre el patrón y el medio ambiente sobre la eficiencia del uso de nitrógeno en plantas de tomate injertadas en diferentes etapas fenológicas	Francisco Albornoz, Adriana Nario, Macarena Saavedra, Ximena Videla	Agronomy	1/03/2020	Q1
Absorción y distribución de 45Ca de aplicación foliar, de raíz y fruto en mandarinos 'Clemenules'	Bonomelli, Claudia; Fernández, Victoria; Martiz, Johanna; Videla, Ximena; Arias, Maria Ignacia; Rojas, Ximena; Nario, Adriana	Journal of the Science of Food and Agriculture	5/05/2020	Q1
Evaluación de escorrentías con 7Be en viñedos del valle central de Chile	Ximena Videla, Daniel Villegas, Ana María Parada y Adriana Nario	Journal Isotopes in Environmental and Health Studies	22/07/2020	Q2
Absorción y movilidad de calcio radiomarcado en plantas de ají y cerezo dulce	Bonomelli, Claudia; Alcalde, Carolina; Aguilera, Camila; Videla, Ximena; Rojas-Silva, Ximena; Nario, Adriana; Fernández, Victoria	Scientia Agricola	23/07/2020	Q2
Uso de isótopos ambientales para evaluar contaminación de aguas subterráneas causada por actividades agrícolas.	José Arumi, Manuel Escudero, Evelyn Aguirre, Juan Carlos Salgado y Ramón Aravena	Isotopes in Environmental & Health Studies	24/07/2020	Q2
El apareamiento induce una respuesta transcripcional temprana en el endosalpinx de rata: el papel del TNF y la AR	Lidia Zúñiga, JC Andrade, Francisca Fábrega, Pedro Orihuela, Ethel Velásquez, Elena Vidal, Rodrigo Gutiérrez, Patricio Morales, Benito Gómez, Horacio Croxatto	Reproduction	30/09/2020	Q1

Tabla 3: Publicaciones realizadas por nuestros investigadores/as en 2020.

NUEVA ORGÁNICA DE I+D

Iniciamos la implementación de un modelo de I+D para un alto desempeño e impacto, que incluye las bases para establecer un dominio de intermediación para la transferencia de conocimiento y tecnología al entorno.

Definimos una nueva orgánica, que incluye Centros de Investigación (CCHEN-ID); Departamento de Recursos Tecnológicos Compartidos (RTeC); Departamento de Gestión de I+D; Centro de Problemas y Transferencia; Centro de Transferencia del Conocimiento, que incluye la Biblioteca, Documentación y Mediateca; y la Oficina de Vinculación en I+D.

Las actividades de I+D son organizadas en cinco áreas: Plasmas y Radiaciones Pulsadas, Física Nuclear y Neutrones, Medioambiente y Cambio Climático, Salud, Materiales para Aplicaciones en Energía.

Los nuevos Centros y sus líneas investigativas:

Centro de Investigación en la Intersección de Física de Plasmas, Materia y Complejidad

- Procesos fundamentales, diagnóstico y aplicación de la física de sistemas complejos en plasmas pulsados y sus radiaciones.
- Fusión nuclear en dispositivos medianos y pequeños y sus aplicaciones en materiales.
- Plasmas, potencia y radiaciones pulsadas para aplicaciones en energía, salud, vida, industria y medioambiente.
- Plasmas de baja temperatura para aplicaciones.

Centro de Investigaciones Nucleares para Aplicaciones en Salud y Biomedicina

- Desarrollo de radiofármacos para el diagnóstico y tratamiento de enfermedades.
- Tecnologías nucleares de diagnóstico y trazabilidad para estudios de fisiología celular y molecular.

Centro de Tecnologías Nucleares en Ecosistemas Vulnerables

- Absorción y digestión de nutrientes y agua en especies vegetales sometidas a stress hídrico y otros efectos del cambio climático y de los procesos de adaptación.
- Efectos fisiológicos y genéticos del uso de radiaciones ionizantes para el mejoramiento de especies vegetales.
- Uso de radiaciones ionizantes y otras tecnologías nucleares para la inocuidad y preservación de las propiedades organolépticas de la miel y otros alimentos.

Centro de Materiales para la Transición y Sostenibilidad Energética

- Materiales avanzados para el almacenamiento y conversión eficiente de energía, en el marco de la transición energética.
- Metodologías de obtención de elementos críticos para nuevos desafíos de la industria energética.

Centro de Física Nuclear y Espectrometría de Neutrones

- Física Nuclear en el estudio de la estructura de núcleos y fenómenos astrofísicos.
- Física Nuclear Aplicada en el desarrollo de métodos de detección y caracterización en energía de campos neutrónicos continuos, pulsados y de fondo, y espectrometría de neutrones.
- Simulaciones Monte Carlo y física de reactores.

Establecimiento de Unidades de Recursos Tecnológicos Compartidos (RTeC)

La posibilidad de que la investigación y desarrollo en la CCHEN se consolide como una actividad central, tanto en los dominios más básicos como en los más aplicados u orientados a productos o tecnologías transferibles, depende de la solidez del sistema, esto es, grupos de investigación con líneas investigativas definidas y objetivos de mediano y largo plazo, instalaciones y equipamiento de investigación actualizado y de buena calidad, recursos financieros suficientes, apoyo administrativo y la disponibilidad de un conjunto robusto y adecuadamente gestionado de instalaciones tecnológicas de apoyo.

Esto se conoce como Unidades de Recursos Tecnológicos Compartidos (*core facilities*) que no son solo laboratorios bien instalados y equipados, sino que también, muy bien gestionados y, sobre todo, con profesionales y técnicos idóneos y expertos en las tecnologías a su cargo. Junto con investigación y desarrollo de alto estándar y de impacto, estas unidades son referentes en el medio de investigación y desarrollo externo, nacional e internacional, si se da el caso.

En ese contexto, no solo nuestros investigadores serán atractivos en el medio externo por el nivel y alcance de sus logros; sino que también nuestros facilities serán requeridos por usuarios del entorno externo, posibilitando nuevas alianzas y colaboraciones, y maximizando el impacto público de las actividades de la CCHEN.

- **Unidades de Recursos Tecnológicos Compartidos: mejoramiento de la infraestructura**

  Esta iniciativa es parte de nuestro proyecto institucional de modernización, que abarca infraestructura, administración, logística y aspectos afines. En su conjunto, pondrá a disposición un espacio privilegiado para el desarrollo de actividades de I+D, en un marco renovado que optimice la eficiencia de nuestra labor y maximice la efectividad de los resultados esperados. Esto, a través de:

  → Conjunto robusto y adecuadamente gestionado de instalaciones tecnológicas de apoyo.
  → Core facilities: laboratorios bien gestionados y con profesionales y técnicos idóneos, bien preparados, expertos en las tecnologías a su cargo.
  → Formación y capacitación de las personas en un nivel de conocimiento avanzado de las técnicas respectivas, de modo que los equipos profesionales y técnicos en estos laboratorios puedan por sí mismos introducir mejoramientos e innovaciones en los procesos correspondientes y, así, ser también portadores de conocimiento transferible al medio, a través de publicaciones, entrenamiento de otras personas y, eventualmente, propiedad intelectual.

  En función de la programación del proyecto, las etapas cumplidas en 2020 son:

  → Catastro del espacio físico de laboratorios y afines, indicando su uso actual.
  → Catastro detallado y clasificación según uso o desuso del equipamiento técnico de laboratorios y otros afines.
  → Catastro detallado y clasificación de las capacidades profesionales y técnicas, en asociación con el equipamiento disponible y afines.
  → Elaboración de una propuesta de redistribución de espacio físico y reorganización del equipamiento y personal de laboratorios.

  Concluido el estudio inicial, se cursó la licitación de obras de la primera fase de remodelación de laboratorios, con 180 m2 de infraestructura de Recursos Tecnológicos Compartidos, además de 200 m2 de oficinas en el área de I+D.

  → Laboratorios de Conteo y Preparación de Muestras de la Unidad de Caracterización y Análisis Convencional y por Activación Neutrónica Física y Química.
  → Laboratorio de Investigación en Radiobiología Vegetal.

→ Laboratorio de Radiobiología Vegetal.
→ Laboratorio de Trazadores.
→ Nuevo espacio para la Clínica y 23 oficinas del CEN La Reina.

- **Proyecto de reestructuración del área de Gestión Administrativa y Estratégica de I+D**

  En materia de I+D buscamos asegurar que la investigación y desarrollo sea una tarea central de nuestro quehacer, preocupándonos de fomentar que ello sea asumido por las distintas áreas de la institución, y de proporcionar las condiciones bajo las cuales las respectivas actividades puedan realizarse, bajo estándares reconocidos a nivel nacional e internacional para la misma.

  La reestructuración del área de Gestión Administrativa y Estratégica de la DIAN se enmarca en el proyecto de modernización de los procesos que involucran el desarrollo y apoyo de nuestras labores de I+D, teniendo como objetivo establecer una gestión integrada administrativa y estratégica de apoyo a la formulación, postulación y desarrollo de proyectos de I+D, que incluya la gestión del conocimiento generado por las actividades de I+D, la vigilancia tecnológica y prospectiva, y la transferencia de conocimiento y tecnología.

  En 2020 identificamos los elementos clave para una gestión de apoyo administrativa y estratégica a la investigación; objetos, tareas y procesos; programa de reestructuración del área de gestión de la DIAN, y analizamos los procesos administrativos involucrados, identificando brechas en procesos clave y oportunidades de mejora.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Bajo nuestro rol investigativo, dimos continuidad a diversas tareas asumidas en el marco de un proyecto adjudicado, en el marco del Fondecyt Regular, descrito a continuación:

  Proyecto "Caracterización experimental de radiaciones pulsadas y partículas generadas por dispositivos de enfoque de plasma de baja energía y estudio de sus efectos sobre la materia" (Fondecyt Regular 1190677).

  Realizamos campañas de irradiación de cultivo celular in vitro a distintas líneas celulares, sanas y cancerígenas, para analizar el efecto de la radiación pulsada en la muerte celular. Con los resultados se preparó el artículo "Hiper-radiosensibilidad en las células tumorales después de la exposición a rayos X pulsados de baja dosis emitidos por un dispositivo de enfoque de plasma de kilojulios", por Jalaj Jain, Héctor Araya, José Moreno, Sergio Davis, Rodrigo Andaur, Biswajit Bora, Cristian Pavez y Leopoldo Soto (investigadores CCHEN), y Katherine Marcelain (Universidad de Chile). Hoy se encuentra en fase de revisión.

  Modificamos el procedimiento de preparado de muestras de sangre para irradiar linfocitos, en el marco del estudio de la técnica de frecuencia de aberraciones cromosómicas para evaluar el efecto de la radiación pulsada de un plasma foco.

  Gestionamos la publicación del artículo "Influencia de la geometría del electrodo en la emisión de rayos X, la inductancia del plasma, el voltaje y las señales derivadas de corriente obtenidas de un dispositivo de enfoque de plasma" en la revista Results in Physics, por Jalaj Jain, José Moreno, Biswajit Bora y Leopoldo Soto (investigadores CCHEN), que fue aceptado para ser publicado en marzo de 2021.

- **Reactor Chileno de Investigación (RECH-1)**

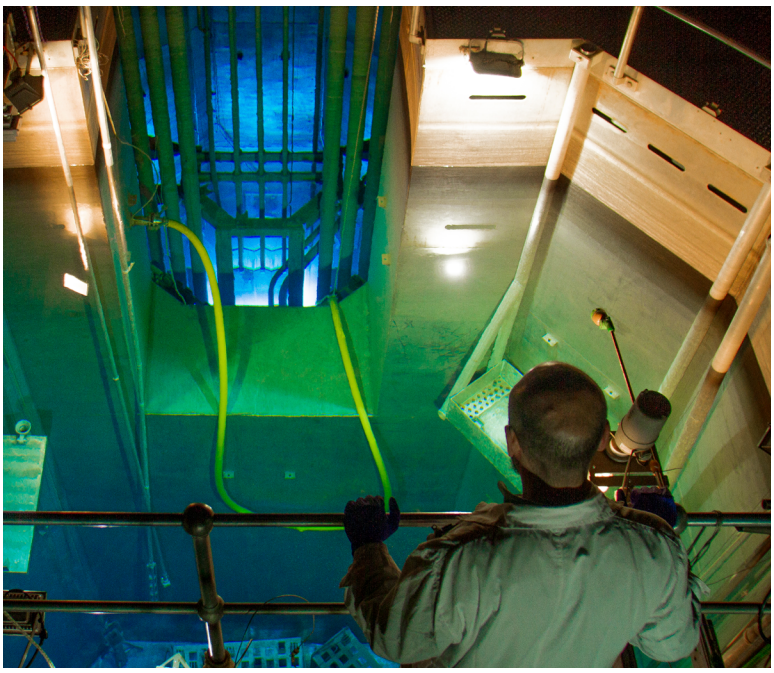


Foto 2: Jornada de operación del reactor de investigación RECH-1, ubicado en el Centro de Estudios Nucleares La Reina.

Mantuvimos nuestras actividades de irradiación, asegurando el abastecimiento a hospitales y clínicas que requieren insumos básicos para procedimientos, tales como diagnóstico temprano de cáncer y tratamiento de cáncer, aplicados en medicina nuclear.

Fortalecimos el equipamiento existente para la vigilancia radiológica del edificio de contención del reactor. Así promovemos un entorno laboral aún más seguro para los supervisores de operación y operadores del reactor.

Reemplazamos completamente la luminaria del reactor y del edificio de oficinas asociado, disminuyendo el consumo eléctrico en un 50%, lo que representa un avance significativo en el uso eficiente de los recursos energéticos necesarios para las actividades que desarrollamos.

- **Gestión de apoyo a la investigación**

En cuanto a la gestión de innovación y transferencia, llevamos a cabo actividades de apoyo a la I+D+i, facilitando procesos internos y externos de la Institución, tales como:

→ Actuar como contraparte entre la CCHEN y los organismos con los que mantiene relaciones de trabajo en I+D+i, como la ANID, CORFO, Institutos Tecnológicos Públicos (ITP), universidades y empresas, entre otros.
→ Facilitar las relaciones entre los proveedores de productos y servicios, y los investigadores.
→ Organizar y planificar actividades de outreach, como talleres, charlas, seminarios, etc.
→ Gestionar y monitorear compras y presupuestos vinculados a I+D, y a contratos y convenios.
→ Seguimiento financiero, control de datos y envío de información de proyectos con financiamiento externo.
→ Apoyar la formulación de proyectos, examinando las bases de concursos, en cuanto a compromisos institucionales, cartas de compromiso de instituciones asociadas, presupuesto, modelo de negocios, modelo de masificación, estrategia de transferencia, revisión bibliográfica y vigilancia tecnológica.
→ Monitorear las metas de los Compromisos de Desempeño Colectivo (CDC) de I+D.

- **Actividades de difusión**

Actividad / Título de la exposición	Conferencia / Lugar	Expositor / participante
Formación de PINCH múltiples en un dispositivo de plasma focus de 1 kilojulio y su relación con la emisión de iones y rayos X	62a Reunión Anual de la División APS de Física del Plasma	Jalaj Jain
Charlas divulgación científica a estudiantes	Colegio Palmares Central, Quilicura | Colegio Academia Tarapacá	Mirtha Ríos

Patrocinio y organización del XXII Simposio Chileno de Física	XXII Simposio Chileno de Física	Presidente Comité Organizador: Luis Huerta | Miembro Comité Organizador-coordinador Comité Científico: Leopoldo Soto | Miembro Comité Científico: Sergio Davis | Investigadores Laboratorio Física de Plasmas y Fusión Nuclear presentan 7 trabajos
Presentación póster "Modelo de un péndulo de torsión para medir el impulso de un propulsor de plasma en miniatura para aplicaciones en nanosatélites"	XXII Simposio Chileno de Física	Ariel Tello (Fac. Ciencias Físicas y Matemáticas, U. de Chile), tesista del Leopoldo Soto
Póster virtual "Caracterización termofísica de nuevos IoNanofluidos como fluido caloportador de almacenamiento de energía solar térmica"	VII Taller Internacional de Litio, Minerales Industriales y Energía	Investigadores DMA
Participación en webinar "Industria del Litio"	Cámara Minera de Chile	Investigadores DMA
Presentación proyecto PAI-CCHEN "Anomalías geoquímicas en suelos de la Región de O'Higgins y su posible asociación con enfermedades crónicas no transmisibles"	Sociedad Chilena de Geología Universidad Católica de Temuco Universidad de Chile	Ana Valdés
Presentación de stand virtual interactivo	Expo Chile Agrícola 2020	Daniela Ulloa y Adriana Nario
Organización y miembro Comité Científico	Congreso Latinoamericano de Apicultura	Enrique Mejías
Participación y exposición	Reunión Anual de la Sociedad de Biología de Chile	Enrique Mejías
"Mujeres en lo Nuclear"	Nuclear Pride Coalition	Adriana Nario
"Cuidando las abejas y la producción de miel en tiempos de pandemia"	Red RALACA-OIEA	Enrique Mejías
Participación en el Congreso	Congreso Expo Bioterios 2020	Ethel Velásquez y Fernando Troncoso
Organización y ponencia "Caracterización de mieles sometidas a radiación gamma como método de control de Loque americana" (Ethel Velásquez, Jorge Mendoza y Tatiana Garrido). Presentación de dos pósteres virtuales: · "Comparación de parámetros descriptores de calidad en pólenes apícolas sometidos a diversos tratamientos de preservación" (Rodrigo Pizarro y Carlos Gómez). · "Caracterización de miel y extractos de suelos aledaños a colmenas por DSA-TOF-MS" (Tatiana Garrido, Jorge Mendoza y Ethel Velásquez).	XIV Congreso de la Federación Internacional Latinoamericana de Apicultura (FILAPI)	Enrique Mejías: Miembro del Comité Organizador y Coordinador Científico
Stand/presentación póster virtual en sesión "Estrategias para valorización de la calidad de productos apícolas (mieles y otros)"	INOFOOD – IAFP LATAM 2020	Enrique Mejías y Pedro Moya
Presentación del trabajo "Estudio del efecto del origen botánico sobre propiedades de mieles sometidas a radiación ionizante para el tratamiento de enfermedades apícolas"	XXXI Reunión Anual de Sociedad de Botánica	Enrique Mejías

Presentación resultados del proyecto PAI-CCHEN "Desarrollo y evaluación de una metodología efectiva de control y prevención de la enfermedad de Loque americana en colmenas chilenas mediante el uso de irradiación gamma para el fortalecimiento de una apicultura nacional sustentable"	Organizada por el Dr. Enrique Mejías, investigador PAI DTN	Enrique Mejías y Adriana Nario
Presentación de resultados del proyecto PAI-CCHEN "Evaluación de la radio-hórmesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies Eucalyptus nitens y Peumus boldus"	II Simposio Latinoamericano de Aplicaciones Nucleares en la Agricultura	Daniel Villegas
Asistencia online	Reunión técnica de capacidades globales para la producción y fabricación de blancos de Mo-99 que no sean HEU	Luis Olivares

Tabla 4: Actividades de difusión en materias relacionadas con I+D.

- **Bibliotecas**

  → Ingreso Material Bibliográfico: ingresamos 21 libros y 45 números de publicaciones periódicas.
  → Convenios: mantuvimos convenio con el Consorcio para el Acceso a la Información Científica Electrónica (CINCEL), para participar en el programa BEIC (Biblioteca Electrónica de Información Científica), que permite a nuestros profesionales acceder gratuitamente a unos 5.000 títulos de revstas científicas editadas por las principales editoriales internacionales.
  → Usuarios de la Biblioteca: revalidamos 67 cuentas de nuestros usuarios. Ingresamos 13 nuevos usuarios al sistema, alcanzando un total de 80 usuarios.
  → Servicios:

    - Difundimos servicios de información y bases de datos para documentar trabajos, actividades y proyectos de investigación.
    - Atendimos 1621 solicitudes de información de usuarios internos y/o externos, nacionales e internacionales; 1470 préstamos de material bibliográfico; respondimos 153 solicitudes de ubicación de referencias; y 35 búsquedas bibliográficas en bases de datos INIS (Sistemas Internacionales de Información Nuclear), CD y en línea.
    - Países de la región atendieron 77 solicitudes de referencia de Chile. Y, por nuestra parte, atendimos 29 solicitudes de la región y 2 solicitudes externas, nacionales.
    - Chile aportó 11 registros de información a la base de datos del INIS, en relación a temas relevantes en el ámbito nuclear que están dentro de la cobertura de INIS, escritos por chilenos o extranjeros en Chile, destacándose lo publicado en revistas como Alasbimn Journal (versión electrónica), revistas del área de la salud, ingeniería y tecnología y memorias efectuadas en la CCHEN.

  → Atendimos y procesamos 1620 solicitudes del Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana. Entre los temas más solicitados están: energía nuclear, ingeniería nuclear, nucleoelectricidad, medicina nuclear y radiofármacos, protección radiológica, combustible nuclear, manejo de residuos radiactivos, irradiación de alimentos, isótopos en hidrología y metalurgia.

  → **Donaciones:**

  Chile es Estado Miembro del OIEA, por lo que nuestras bibliotecas reciben publicaciones generadas por este Organismo. Sin embargo, también se reciben donaciones nacionales e internacionales de otras fuentes.

Donaciones nacionales de:

- SERNAGEOMIN - Revista “Andean Geology” (trimestral) | Revista “Anuario de la Minería” e informes año 2013.
- INIA - Revista “Chilean Journal of Agricultural” (trimestral).
- SONAMI - Revista “Boletín Minero” (mensual).
- EMPRESA PERIODÍSTICA LA TERCERA S.A. - Revista “Qué Pasa Minería” (mensual).
- EDICIONES MAIPO - Revista “Nueva Minería y Energía” (mensual).

Donaciones internacionales de:

- BHABHA ATOMIC RESEARCH CENTRE - Revista “Barc Newsletter” (mensual).
- COMMISSARIAT A L´ENERGIE ATOMIQUE - Revista “ClefsCea” (mensual).
- INSTITUTE OF NUCLEAR CHEMISTRY AND TECHNOLOGY - Revista “Nukleonika” (trimestral).
- IAEA - Nuclear fusion.

→ Nuestras bibliotecas mantienen contacto permanente con:

- INIS - RRIAN: acceso en línea gratuito a la base de datos de INIS desde 1991.
- SONAR - RRIAN: servicio que informa a usuarios sobre nuevas publicaciones ingresadas a la base de datos de INIS. Acceso gratuito previa inscripción.
- DESTAQUE: publicación electrónica elaborada por el CIN (Centro de Informaciones Nucleares de la Comisión Nacional de Energía Nuclear (CNEN) de Brasil), que difunde publicaciones del área nuclear, entre otros, con la opción de solicitar el texto completo en forma electrónica y gratuita.
- WEB Nuclear: RRIAN (Red Regional de Información en el Área Nuclear) lanzó en 2006 WEB Nuclear, boletín electrónico mensual y gratuito que divulga contenidos sobre energía nuclear. A 2020, 18 profesionales CCHEN reciben estos boletines.

ROLES DE AUTORIDAD COMPETENTE NACIONAL: EVALUACIÓN Y FISCALIZACIÓN

ÁMBITO NUCLEAR Y RADIOLÓGICO

En este ámbito, nuestro objetivo es prevenir los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre las personas y el medioambiente, velando por el cumplimiento de las exigencias nacionales e internacionales, en materia de seguridad nuclear y radiológica, tecnológica, física y de salvaguardia de las instalaciones nucleares y radiactivas de todo nuestro país.

NUESTROS HITOS

- Trabajamos en forma conjunta con el Ministerio de Salud y el Instituto de Salud Pública (ISP), en el marco del Plan Nacional del Cáncer 2018-2028, que tuvo como resultado el licenciamiento de cuatro nuevos equipos de teleterapia incorporados a la Macrored Pública de Radioterapia.

- Desarrollamos un proyecto de Fortalecimiento de la Cultura de Seguridad aplicable a nuestra función reguladora. Consideró un diagnóstico, plan de mejoramiento y la implementación de actividades.

- En línea con lo anterior, trabajamos en el desarrollo de nuevas regulaciones:

  → Reglamento Protección Radiológica en instalaciones Nucleares.
  → Reglamento Autorización especial para trabajar en instalaciones, plantas, centros, laboratorios y equipos nucleares o radiactivos.
  → Asimismo, se promulgó en Chile un nuevo Reglamento de Protección Física para materiales radiactivos en instalaciones radiactivas de 1a categoría, que fortalecerá la legislación nuclear nacional.

- Impulsamos líneas de trabajo para fortalecer la protección radiológica en nuestras instalaciones nucleares y radiactivas, con foco en el control de las fuentes radiactivas con que contamos. Para ello, verificamos y actualizamos nuestro inventario.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Mantuvimos el control de todas las instalaciones nucleares y radiactivas de 1a categoría del país, cumpliendo con la planificación programada para 2020. Dada la pandemia, alternamos entre inspecciones presenciales y remotas, estas últimas mediante la verificación de imágenes, registros y mediciones.
- En el marco del proceso de evaluación de instalaciones nucleares y radiactivas de 1a categoría, otorgamos:

  → 94 autorizaciones de operación para instalaciones radiactivas de 1a categoría, destacando la puesta en servicio de un tercer ciclotrón y un laboratorio de alta radiotoxicidad destinado a la producción de radiofármacos en la Región Metropolitana. Destaca también la instalación y puesta en servicio de tres aceleradores lineales, tipo HALCYON, en entidades de la Macrored Pública de Radioterapia, en el marco del Plan Nacional del Cáncer 2018-2028.
  → 12 autorizaciones de construcción para nuevas instalaciones radiactivas de 1a categoría.
  → 198 autorizaciones especiales para operadores y Oficiales de Protección Radiológica que realizan labores en instalaciones radiactivas de 1a categoría.

- → 48 autorizaciones de transporte de material radiactivo a entidades que poseen instalaciones radiactivas de 1a categoría.
- → 32 autorizaciones de importación de materiales radiactivos y de equipos generadores de radiaciones ionizantes.
- → 8 autorizaciones de exportación de materiales radiactivos y de equipos generadores de radiaciones ionizantes.
- → 55 autorizaciones de transferencia para instalaciones radiactivas de 1a categoría.
- → 47 autorizaciones de cierre definitivo y temporal para instalaciones radiactivas de 1a categoría.

- Sobre el proceso de fiscalización de instalaciones nucleares y radiactivas de 1a categoría, realizamos:

  - → 241 fiscalizaciones a instalaciones radiactivas de 1a categoría, incluyendo transporte de material radiactivo.
  - → 173 inspecciones a instalaciones radiactivas de 1a categoría a nivel nacional, considerando instalaciones externas (área médica e industrial) y de la propia CCHEN.

- Sobre nuestros procesos regulatorios, actualizamos criterios, protocolos, procedimientos y formularios para los procesos de evaluación y fiscalización, además de base de datos y diseño de plataformas, para favorecer una interfaz de comunicación con entidades, usuarios regulados y partes interesadas.

CONTROL DE VENTAS DEL LITIO

Nuestra Institución representa el interés del Estado de Chile por mantener un control sobre el litio extraído y sus ventas, contribuyendo a la administración fiscal de un mineral estratégico a nivel mundial, por su aporte a importantes industrias, como electromovilidad y energía.

Por lo anterior, somos responsables de mantener el control de los actos jurídicos de litio extraído, sus concentrados, derivados y compuestos; gestionar la generación de las capacidades técnicas requeridas para ejercer los controles sobre las condiciones establecidas en los acuerdos de nuestro Consejo Directivo; y coordinarnos con los organismos fiscalizadores sectoriales correspondientes.

NUESTROS HITOS

- Participamos en el Comité Espejo ISO/TC 333 del Instituto Nacional de Normalización (INN), junto a organismos públcos, privados y académicos, para avanzar en la normalización internacional de la minería, extracción, concentración, separación y conversión de litio a compuestos y materiales de litio, promovido a nivel gubernamental. En 2020, el Comité evaluó una propuesta de China, que busca la estandarización internacional, mediante protocolos técnicos, de productos de litio.

- Elaboramos, junto al INN, tres normas técnicas para la caracterización química de salmueras de litio. En 2020, se publicaron dos de estas normas, mientras que la tercera continúa en trámite.

  → NCh3349:2020 Salmueras - Determinación de metales alcalinos mediante espectrometría de absorción atómica con llama.
  → NCh3358:2020 Salmueras - Determinación de boro por valoración potenciométrica ácido-base.

  Destacamos y reconocemos el trabajo del equipo que hizo posible este logro, porque son las primeras normas de esta naturaleza. Además, son un bien público, disponible para uso y beneficio de la sociedad.

  La tercera norma, en tanto, fue reformulada, y hoy está en fase de revisión en el INN.

- También comenzamos a trabajar con el Ministerio de Minería para mejorar aspectos de reglamentación y procedimientos que atañen a esta industria.

- En el marco del Convenio CORFO-CCHEN-ADUANAS, elaboramos propuestas de apertura para subpartidas de litio, para clarificar la clasificación que deben realizar las empresas durante la exportación de los productos derivados del litio.

En 2020, propusimos incluir, para el control CCHEN, tres nuevos productos en el código arancelario vigente. Los nuevos productos de litio son sulfato de litio monohidratado, fosfato de litio y carnalita de litio. La propuesta fue incorporada en la Resolución N°3421 del 27 de noviembre de 2020 de Aduanas.

En el marco de este convenio, iniciamos el trabajo relativo a las normas nacionales de carbonato, hidróxido y cloruro de litio, que fueron aceptadas para tramitación, por lo que serán analizadas y sometidas a su normalización en el INN en 2021.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Sobre las autorizaciones otorgadas por la CCHEN para la venta de litio en 2020:

Empresa	Cantidad Solicitudes	Cantidad Resoluciones
SQM Salar	1836	30
Albemarle	1043	27
Cominor	2	2

Tabla 5: Plataforma Control Venta de Litio (Febrero 2021).

En 2020, emitimos la Resolución Exenta de Asesoría Jurídica N°039/2020, para establecer la modalidad de tramitación electrónica de las solicitudes de venta que autorizan la exportación.

- En el ejercicio de nuestro rol sobre los actos jurídicos aplicables a litio extraído, fiscalizamos, junto a otras entidades públicas, la comercialización de más de 21 mil toneladas de litio metálico equivalente, por parte de dos empresas que actualmente exportan este elemento.

Consumo de cuota de litio para el año 2020

Empresa	Cantidad Solicitudes	Cantidad Resoluciones
SQM Salar	1836	30
Albemarle	1043	27
Cominor	2	2

Tabla 6: Plataforma Control Venta de Litio (Febrero 2021).
(*) Envío de una muestra de laboratorio.

Consumo de cuota de litio para el año 2020

Empresa	Cantidad Solicitudes	Cantidad Resoluciones
SQM Salar	1836	30
Albemarle	1043	27
Cominor	2	2

Tabla 7: Plataforma Control Venta de Litio (Febrero 2021).

SALUD HUMANA

Día a día, nuestra Institución contribuye a la salud de las personas, a través de la producción de radioisótopos y radiofármacos, los que aportan a un diagnóstico precoz y a tratamientos más precisos en el combate a graves enfermedades.

NUESTROS HITOS

- Nos propusimos desarrollar el radiofármaco 18F-PSMA-1007, para uso en diagnóstico y caracterización del cáncer de próstata, catalogado como el segundo tumor maligno más frecuente en hombres mayores de 50 años, en Chile. En 2020, nos centramos en desarrollar la metodología analítica requerida para el control de calidad del radiofármaco, por lo que muy pronto podremos liberar este producto al mercado.

- En 2020 obtuvimos la autorización indefinida de funcionamiento de la industria radiofarmacéutica, otorgada por la Agencia Nacional de Medicamentos del ISP, tras haber logrado la primera licencia en este rubro, a nivel nacional, hace ya cuatro años. Este logro implica la responsabilidad de mantener en los más altos estándares nuestras instalaciones, puestas al servicio de la sociedad.

- Dispusimos los cuatro cargos sanitarios exigidos por la autoridad: Director Técnico, Jefe de Producción, Jefe de Control de Calidad y Jefe de Aseguramiento de Calidad. Además, creamos el cargo Jefe de Seguridad Nuclear del Departamento de Producción de Radiofármacos, en respuesta a lo requerido por la autoridad reguladora del país.

- Sobre la mejora de nuestras instalaciones, remodelamos el Laboratorio del Ciclotrón, que está autorizado por el ISP. Para ello separamos el área de ingreso y salida del personal del área de material radioactivo. También se dispuso una bodega exclusiva para almacenar materias primas, y se implementó un nuevo laboratorio, con equipos de síntesis y un fraccionador que se utilizará para 18F-FDG y PSMA (antígeno prostático específico de membrana).

- En lo que respecta a nuestro Laboratorio de Liofilizados, validamos la cadena de frío de los productos refrigerados, definimos configuraciones de refrigerantes y de cargas máximas y mínimas, y adquirimos contenedores para mantener estable la temperatura de refrigeración en los rangos permitidos.

Foto 3: funcionarios operando el ciclotrón del Centro de Estudios Nucleares La Reina, CCHEN.

- Por primera vez, realizamos un simulacro de retiro de producto de mercado. Implicó contactar a todos los clientes que a la fecha habían adquirido el producto Liofilizado ECD lote E10820003 desde la CCHEN, para solicitarles la entrega de un formulario tipo del ISP, con información del producto. Participó la Clínica Alemana, Hospital DIPRECA, Centro Médico Viña del Mar y UC Christus. El ejercicio tuvo respuesta dentro de las 48 horas establecidas, cumpliendo con la trazabilidad esperada. Su ejecución fue evaluada como efectiva.

- Gestionamos el envío de las primeras materias primas para su análisis externo, por parte de un laboratorio autorizado por el ISP. A la fecha, contamos con las siguientes materias primas analizadas y aprobadas íntegramente:

Área involucrada	Materia prima
Liofilizados	Ácido clorhídrico 30%
	Cloruro de sodio
	Fosfato hidrógeno de sodio
Reactor	Caronato de sodio
	Bicarbonato de sodio
	Yoduro de sodio
	Hidrógeno fosfato disódico

Tabla 8: Análisis de materias primas.

- Implementamos un control de monitoreo ambiental en todas las áreas productivas y de uso crítico. Para ello contamos con termohigrómetros, instrumentos que miden la temperatura, humedad relativa y presión, en forma permanente, en 24 salas, ubicadas en el Laboratorio Control de Calidad, Reactor, Ciclotrón y Laboratorio de Liofilizados.

- Con la llegada e instalación de un equipo de monitoreo radiológico medioambiental, se completó el programa de adquisiciones de equipos bajo el proyecto de Cooperación Técnica “Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para la provisión de radiofármacos a la Red Pública de Salud” (OIEA CHI2016021, ciclo 2018-2019), cuyo objetivo fue fortalecer la plataforma tecnológica del Ciclotrón para dar continuidad y seguridad al suministro de 18F-FDG a clínicas y hospitales.

  Dicho equipo consta de un sistema de control y registro de dosimetría personal; una red de monitoreo radiológico centralizado, con seis puntos de detección, visualización en tiempo real, alarmas y almacenamiento de datos; más un equipo de monitoreo ambiental de respaldo.

- En el marco del Proyecto Habilitación Operacional del nuevo laboratorio para producción del radiofármaco 18F-FDG, implementamos sistemas de control de calidad para productos e insumos, además de registros y controles de calidad aséptica de equipos, instalaciones y operarios durante la producción rutinaria de radiofármacos. En 2020, readecuamos el edificio asociado a este nuevo laboratorio, cumpliendo con lo requerido por el ISP, en cuanto a estándares de eficiencia, y seguridad radiológica y sanitaria.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Insumos para la medicina nuclear:

  Recibimos 8.565 solicitudes de servicios, correspondientes a productos de Radioisótopos de Reactor y Radiofármacos (34%), servicios de irradiaciones (19%) y radiofármacos de Ciclotrón (12%).

En 2020, 2955 pacientes fueron tratados en clínicas y hospitales con 18F-FDG, un radioisótopo que permite detectar cáncer, y que es producido en nuestro ciclotrón.

Gracias a la operación del RECH-1, mantuvimos la producción de los radioisótopos más utilizados en la medicina nuclear: Tecnecio-99 y Iodo-131, dando respuesta a 112 solicitudes de irradiación de blancos, con un total de 936 cápsulas de aluminio, de las cuales 862 son de óxido de molibdeno (MoO3) y 74, de óxido de telurio (TeO2), para la producción de Tecnecio-99 y Iodo-131, respectivamente.

De esta forma, logramos un 101% de cumplimiento en la meta de ingresos de operación comprometidos, totalizando ingresos del orden de los $2.307 millones.

Ingreso a RECH-1	Año		
	2018	2019	2020
N° Irradiaciones	101	118	112
Cápsula MoO3	822	925	862
Cápsula TeO2	92	73	74

Tabla 9: Cantidad de cápsulas de aluminio procesadas entre 2018 y 2020.

Lo anterior significó 270 producciones, de las cuales 233 fueron de Tecnecio-99 y 37 de Iodo-131. A ello se suman nueve cápsulas de gelatina. Todos estos productos fueron sometidos a estrictos controles de calidad.

N° Producción	Año		
	2018	2019	2020
99mTc	242	233	233
131I	59	39	37
Cápsulas de gelatina			9
Total	301	272	270

Tabla 10: Comparacion de cantidad de producciones realizadas.

Otra de nuestras tareas producir kits para marcación con Tenecio-99. En 2020, respondimos en forma oportuna a 184 solicitudes.

Para abastecer al Área de Producción de Reactor, el Laboratorio de Liofilizados preparó 12 partidas de envases acondicionados estériles para el envasado de los radioisótopo, y otros insumos estériles acondicionados en el laboratorio.

Gracias a ello, abastecimos, a diario, a 21 hospitales, clínicas y laboratorios, 17 de Santiago y tres de regiones.

Sobre nuestras labores de control de calidad, realizamos 783 ensayos con radiofármacos y radioisótopos: 231 ensayos de Tecnecio-99, 37 de Iodo-131, 9 de cápsulas de Iodo-131, 273 de 18-FDG, 154 de kits fríos (liofilizados) y 79 análisis a reactivos e insumos a utilizar en manufactura. Estos ensayos dan paso a la aprobación del producto y su liberación al mercado.

En otro orden, revisamos el 100% de los dossiers de cada lote que manufacturamos, para permitir su liberación de venta al mercado.

- Buenas Prácticas de Manufactura

  Para cumplir con los compromisos adquiridos con el ISP, a través del Plan de Mejora de las Buenas Prácticas de Manufactura, avanzamos en las calificaciones de 14 equipos pertenecientes a Control de Calidad, Laboratorio de Liofilizados, Ciclotrón y Reactor. Además, están en curso las validaciones de proceso de limpieza, cadena de frío y validación sistema de agua, que finalizarán en 2021.

- Actualización de documentación

  Iniciamos un plan de actualización de procedimientos e instructivos vinculados a áreas productivas y control de calidad. Ello se tradujo en la elaboración de 22 documentos, que representan un 64% de avance del plan.

CONTRIBUCIÓN AL PLAN NACIONAL DE CÁNCER

Desde 2020, apoyamos el Plan Nacional del Cáncer (PNC) 2018-2028, a través de la mesa que integramos junto al Minsal y al ISP. Nuestra contribución se orienta a cuatro ámbitos:

- Desde lo regulatorio, fundamental para la Macrored Pública de Radioterapia, buscando la mayor efectividad y eficiencia en tiempo para los procesos de licenciamiento de sus instalaciones, y la fiscalización más efectiva, hacia los mejores logros en seguridad. Junto al Minsal, logramos el licenciamiento de cuatro nuevos equipos de teleterapia, claves en el combate al cáncer.

- Como suministrador a la medicina nuclear, pusimos a disposición todas nuestras capacidades, para proveer a la Macrored, con suministros para ciudades donde, producto de la pandemia, ha habido dificultades en la provisión o bien, por las dificultades en el traslado de las personas.

- En investigación y desarrollo, como Instituto Tecnológico del Estado, visibilizamos nuestras capacidades y proyectos para apoyar el Plan Nacional del Cáncer, desarrollando nuevos insumos o formando parte de redes científicas y tecnológicas para fortalecer los objetivos del Plan.

- En capacitación del recurso humano, apoyamos los esfuerzos requeridos por el PNC, a través de la gestión del Programa de Cooperación Técnica del OIEA, en diversas especialidades, así como también utilizando las propias capacidades de la CCHEN para formar o entrenar a personas en las áreas de protección radiológica.

GESTIÓN INTERNACIONAL EN LA PANDEMIA

Frente a la pandemia, destacamos la ágil respuesta del OIEA que, en colaboración con el gobierno de Estados Unidos, entregó a nuestro país cuatro equipos de diagnóstico RT-PCR, para apoyar la detección de COVID-19 en Chile. Según la prioridad nacional, los equipos fueron designados por el Ministerio de Salud a las siguientes instituciones:

- Hospital Claudio Vicuña (San Antonio, Región de Valparaíso)
- Hospital de Castro Dr. Augusto Riffart (Castro, Región de Los Lagos)
- Hospital de Santa Cruz (Región de O´Higgins)
- Laboratorio Veterinario del Servicio Agrícola y Ganadero (Santiago, Región Metropolitana)

El Hospital Claudio Vicuña recepcionó todas las órdenes de compra de la donación, y ya está operativo. En tanto, al Hospital de Castro solo le falta recibir los insumos asociados a una orden de compra, lo mismo que para los laboratorios del Hospital de Santa Cruz y del Servicio Agrícola y Ganadero (SAG).

Si bien las donaciones iban dirigidas a estos cuatro laboratorios, otras instituciones también se han beneficiado: el ISP recibió suero bovino, destinado en un inicio al Hospital de San Antonio; el Hospital Dr. Ernesto Torres Galdames (Iquique) recibió un gabinete de bioseguridad clase II; el Hospital Dr. Hernán Enríquez Aravena (Temuco) recibió un gabinete de bioseguridad clase III; y el Hospital Luis Calvo Mackenna recepcionó una microcentrífuga y un escáner, destinados originalmente al Hospital de Castro. Esta reasignación fue solicitada por el Ministerio de Salud.

Nuestra Institución realizó un exhaustivo y detallado trabajo apoyando a los beneficiarios con el proceso de donación, e intermediando ante el OIEA y otras instituciones con las cuales se ha debido interactuar para recepcionar los insumos, esto es, ONEMI, Minsal, DHL y agencias desaduanadoras.

Foto 4: Laboratorios de la región Metropolitana, y de Valparaíso, O´Higgins y Los Lagos recibieron equipamiento.

DISPONIBILIDAD DE SERVICIOS

TECNOLOGÍAS DE IONIZACIÓN

Desde una perspectiva de servicios, concentramos esfuerzos tanto en el área de la salud como en el de la industria en general, normalmente para exportación. Para ello nos valemos de técnicas de ionización que aportan a la disminución del nivel de patógenos.

Estas tareas las desarrollamos en nuestra Planta de Irradiación Multipropósito del Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre, y en el Laboratorio de Irradiadores del Centro de Estudios Nucleares La Reina.

NUESTROS HITOS

- Presentamos al órgano regulador la documentación asociada a la renovación de las autorizaciones de operación de la Planta de Irradiación Multipropósito y del Laboratorio de Irradiadores. Actualmente, la Planta logró su autorización por un periodo de seis años, y los irradiadores continúan en proceso.

- Se iniciaron las gestiones para la compra de fuentes de Cobalto-60 para recargar la Planta de Irradiación Multipropósito. Sin embargo, esto se concretará cuando se levanten las restricciones que afectan su fabricación y traslado.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- **Planta de Irradiación Multipropósito**

  Recibimos 603 solicitudes de servicio, donde los productos alimenticios más procesados fueron pimentón rojo, ajo en polvo, cebolla polvo, hierbas de infusión varias y langostinos, entre otros. En la siguiente tabla se muestran las cuatro principales empresas demandantes del servicio:

Año	Empresa 1 (toneladas)	Empresa 2 (toneladas)	Empresa 3 (toneladas)	Empresa 4 (toneladas)
2017	243	326	247	139
2018	240	183	226	94
2019	239	194	226	42
2020	154	248	94	46

Tabla 11: Usuarios y solicitudes recibidas en 2020.

Otro tipo de productos que irradiamos son talco, materias primas, papel, toallas y envases, entre otros. Sobre el volumen de este tipo de productos se observa en el siguiente gráfico:

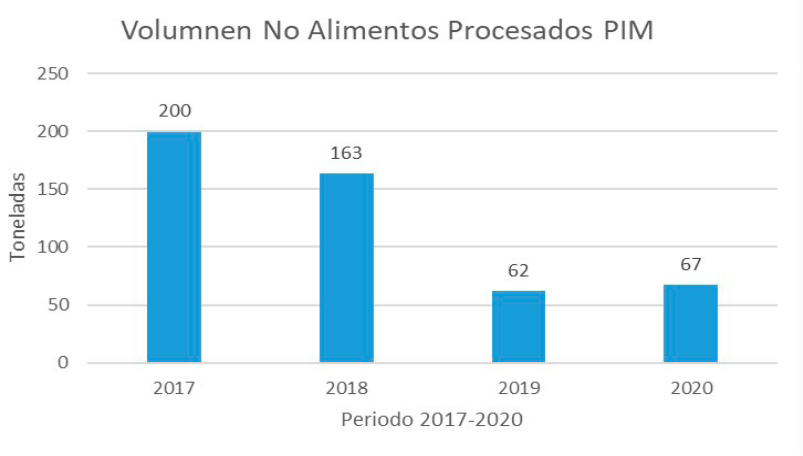


Gráfico 1: Productos no alimentos procesados entre 2017 y 2020.

Finalmente, también irradiamos material médico quirúrgico, que incluye kits quirúrgicos, insumos médicos y gasas. En 2020, procesamos 7490 cajas con estos tipos de productos.

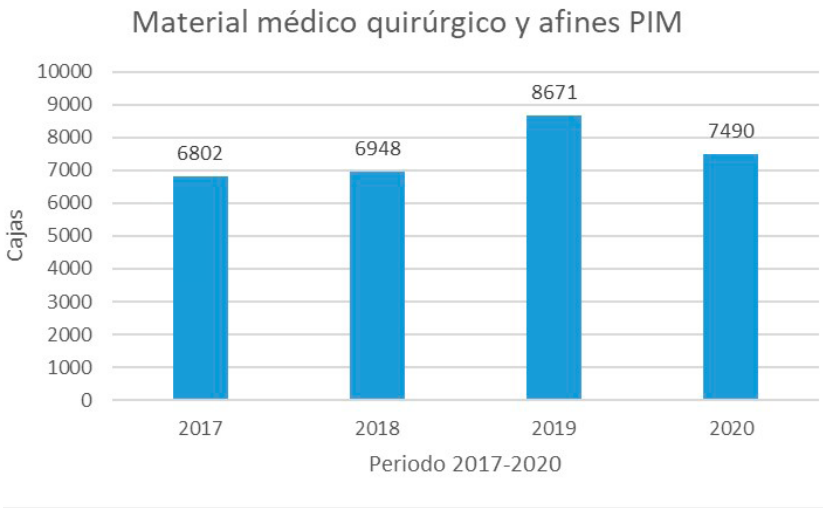


Gráfico 2: Material médico quirúrgico y afines tratados entre 2017 y 2020.

- **Laboratorio de Irradiadores**
  Los tipos de productos irradiados en el Laboratorio, y su producción en 2020, son los siguientes:

  → **Productos sanguíneos**
  Se trata de glóbulos rojos, plaquetas y concentrados plaquetarios. En total, atendimos 3989 solicitudes, provenientes de clínicas y hospitales de la región Metropolitana y de Valparaíso.

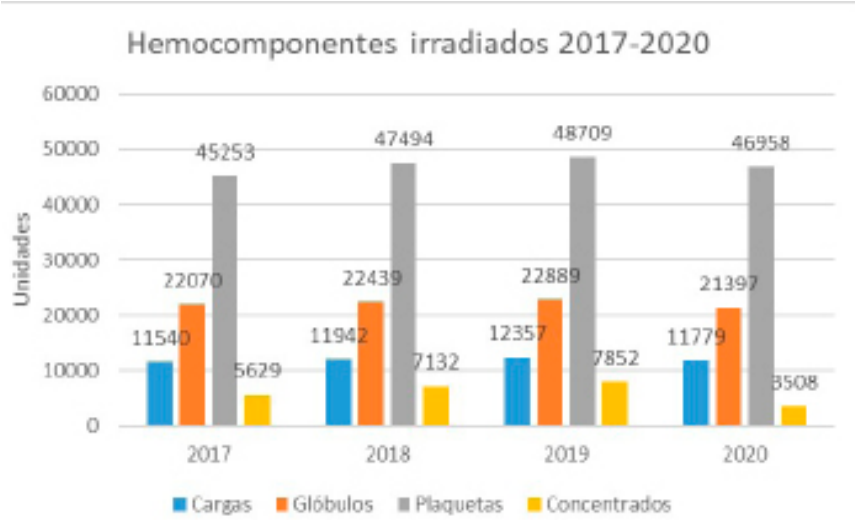


Gráfico 3: Variación de la carga de trabajo en hemocomponentes entre 2017 y 2020.

→ **Productos no sanguíneos**

Los productos no sanguíneos abarcan una diversidad de productos que son sometidos a procesos de irradiación, a diferentes dosis, según la naturaleza del producto: tejidos óseos, piel, implantes dentales, células, placas, ungüentos, baba de caracol y envases. Otros tipos de solicitudes, corresponden a lobesia botrana (Polilla de la vid) y gusanos de tebo.

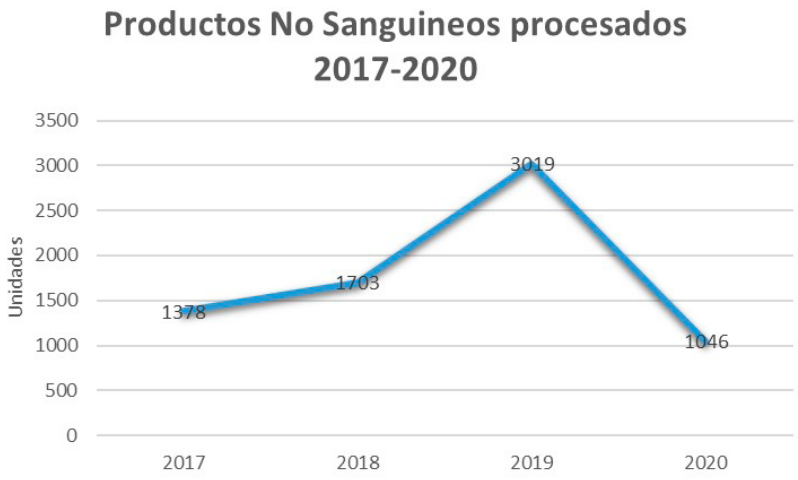


Gráfico 4: Variación de la carga de trabajo en productos no sanguíneos 2017 al 2020.

SERVICIOS DE CARACTERIZACIÓN QUÍMICA Y FÍSICA

Entregamos servicios de caracterización química y física a proyectos internos de la CCHEN y a usuarios externos. Además, nos mantenemos actualizados en las metodologías analíticas en caracterización química y física para asegurar la calidad de nuestros servicios. Para ello, empleamos las siguientes las técnicas:

Técnicas de caracterización química:

ICP-OES : Espectroscopia de Plasma Acoplado Inductivamente
EAA : Espectrofotometría de Absorción Atómica
EAM : Espectrofotometría de Absorción Molecular
HPLC : Cromatografía Líquida de Alta Resolución
POT : Técnicas Potenciométricas (pH, Volumetría, Conductividad)
TQC : Técnicas Químicas Clásicas (molienda, tamizado)
ESPEC : Espectrofotometría
NEF : Nefelometría
FOT : Fotómetro

Técnicas de caracterización física:

TP : Distribución de Tamaño de Partículas
PyHe : Picnometría de Helio

NUESTROS HITOS

- Adquirimos tres dosímetros de lectura directa y un detector de contaminación de superficie para instalaciones de 1a categoría en el ámbito radiológico. Además, compramos un nuevo medidor multiparámetros, para una mayor versatilidad de los análisis del área de la potenciometría.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- En 2020, recibimos 119 órdenes de trabajo, que implicaron el análisis de 543 muestras químicas, con un total de 2169 determinaciones.

Servicio	Órdenes de trabajo	Muestras	%	Determinaciones	%
Interno	110	516	95	1.953	90
Externo	9	27	5	216	10
TOTAL	**19**	**543**	**100**	**2.169**	**100**

Tabla 12: Muestras y determinaciones realizadas a clientes internos y externos.

En caracterización física, atendimos 12 órdenes de trabajo, que incluyeron 311 muestras, con un total de 926 determinaciones.

Servicio	Nº órdenes de trabajo	Nº muestras	%	Nº determinaciones	%
Interno	1	4	1,3	4	0,5
Externo	11	307	98,7	922	99,5
TOTAL	**12**	**311**	**100**	**926**	**100**

Tabla 13: Muestras y determinaciones realizadas a clientes internos y externos.

- En el marco de nuestro CDC, actualizamos el Sistema de Gestión de Calidad, basado en la versión de la norma ISO 17025:2017, mediante el cumplimiento de tres hitos:

  → Auditoría de diagnóstico: concluida la auditoría de diagnóstico se determinó que porcentaje de implementación de ISO17025:2017 alcanzaba un 36%.
  → Actualización de la documentación existente y desarrollo de nueva documentación.
  → Auditoría de control: se contó con auditor externo, quien determinó que el porcentaje de implementación alcanzado en esta actividad fue de un 93%.

PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En este dominio, contribuimos a través de nuestras funciones en el área de la gestión de desechos radiactivos, en monitoreo ambiental, dosimetría y metrología de radiaciones ionizantes, actividades que se dedican a usuarios de la industria, la salud pública y privada y a instituciones académicas.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Contamos con un Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA), que opera mediante turnos 24/7, todo el año, atendiendo llamadas de la población, ante potenciales emergencias radiológicas. Los números de contacto son +56 9 93 19 4369 y +56 9 81 98 8754.

  En ese contexto, recibimos 107 llamados de diferentes regiones del país. El siguiente gráfico desglosa los tipos de eventos notificados al OPRA.

Gráfico 5: Tipos de eventos que requirieron asesoría técnica del OPRA.

Del total de llamados, 10 constituyeron incidentes radiológicos que requirieron la activación de alguna de las autoridades competentes (Minsal o CCHEN), donde el OPRA brindó asesoría telefónica inmediata. Tres eventos e incidentes radiológicos implicaron movilización a terreno para completar la respuesta. Estos fueron:

→ Asesoría radiológica a empresa minera de la Región de Coquimbo, producto del daño sufrido por un equipo densímetro nuclear fijo. El servicio consideró su recuperación para devolverlo a condiciones de seguridad radiológica.
→ Evaluación radiológica y recuperación de bultos de transporte (cajas vacías con logo de material radiactivo) encontrados en la vía pública, tras su extravío accidental (comuna de La Cisterna).
→ Un particular nos contactó señalando tener en su poder piedras minerales con presencia de material radiactivo. Acudimos a verificarlo, constatando solo niveles de radiación de fondo, acordes con los Límites de Dosis al Público. No obstante, retiramos el material y lo trasladamos a nuestros laboratorios.

- Entregamos servicios de asesoría externa en protección radiológica:

  → Evaluamos las condiciones radiológicas de 13 fuentes radiactivas utilizadas en un proceso productivo de polipropileno. Como resultado, todas las fuentes quedaron operativas y en conformidad con los requerimientos exigidos por la Seremi de Salud correspondiente.
  → Realizamos una evaluación radiológica al Laboratorio de Preparación de Muestras de una empresa de la Región Metropolitana, que dio como resultado que sus condiciones radiológicas eran aptas para las labores programadas.

VIGILANCIA RADIOLÓGICA AMBIENTAL

Nuestra función de monitoreo radiológico ambiental se mantuvo operativa. Para ello, utilizamos un sistema en línea, que mide y evalúa, periódicamente, los niveles radiológicos ambientales naturales y artificiales, para estimar la dosis al público y evaluar riesgos potenciales.

Este sistema operó al amparo de una red nacional de nueve estaciones, ubicadas en Arica, Iquique, Antofagasta, La Serena, Valparaíso, Santiago, Concepción, Temuco y Puerto Montt, más otras diez estaciones de monitoreo localizadas en los dos Centros Nucleares, en la Región Metropolitana.

Además, prestamos servicios de análisis radiológico a usuarios internos y externos que requieren caracterizar radiológicamente muestras y matrices, como agua, alimentos y aditivos alimenticios, combustible alternativo, lodos y chatarras, entre otros.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Procesamos 78.325.701 datos de tasa de exposición para la Red Nacional y 19.864.045 datos de tasa de exposición para la Red CCHEN, lo que arroja un total de 98.189.746 datos procesados. Todos estos se encuentran dentro de los parámetros normales.

- Sobre la medición y evaluación radiológica de muestras ambientales, recolectamos, semanalmente, aerosoles (en particular Iodo-131), en puntos representativos, para determinar las emisiones al medioambiente producidas por los procesos de manufactura de radiofármacos. En este ámbito, fueron 104 los filtros programados en 2020, siendo, finalmente, recolectados y medidos 109, por solicitudes extraordinarias.

  El valor de dosis efectiva estimada por incorporación de Iodo-131, por cada Centro Nuclear, es:

  → Persona más expuesta en el CEN La Reina: 0,0075 milisievert al año (mSv/año), equivalente a un 0,75% del valor de dosis recomendado para el público, según la Comisión Internacional de Protección Radiológica (ICRP), que corresponde a 1 milisievert al año (1mSv/año), y un 0,15% del valor que indica la normativa chilena vigente, que indica 5 milisievert al año (5mSv/año).
  → Persona más expuesta en el CEN Lo Aguirre: 0,0020 (mSv/año), equivalente a un 0,20% del valor de dosis recomendado para el público según ICRP (1mSv/año) y un 0,04% del valor que indica la normativa chilena vigente (5mSv/año).

- Prestamos los siguientes servicios de análisis radiológicos:

  → Análisis por espectrometría gamma de alta resolución en alimentos, aditivos alimenticios y productos como requisito comercial para exportación.
  → Análisis de agua según NCh - 409/1Of.2005 por criterios para elementos radiactivos para empresas pesqueras, de alimentos, entre otras.
  → Análisis radiológico de productos como combustible alternativo, lodos y chatarra, a solicitud de empresas nacionales.
  → Análisis radiológico de frotis para pruebas de fuga en equipos de gammagrafía industrial y soluciones correspondientes a test de hermeticidad de fuentes radiactivas selladas.
  → Caracterización radiológica de muestras, a solicitud de secciones y laboratorios de la CCHEN.

  En total, atendimos a 53 usuarios externos.

- Realizamos 1.371 análisis, tal como se indica a continuación:

Análisis radiológico	Nº muestras	% distribución
Norma Chilena para Agua Potable (NCh409/1)	202	15%
Muestras de frotis y test de hermeticidad	50	4%
Caracterización radiológica	982	71%
Certificación para exportación de alimentos (análisis Cs-137 en alimentos y aditivos alimenticios)	112	8%
Análisis radiológico de Sr-90	25	2%

Tabla 14: Análisis solicitados en 2020.

- Realizamos 97 análisis radiológicos por espectrometría gamma de alta resolución, solicitados por usuarios internos de la CCHEN. El detalle es el siguiente:

Cliente interno	Cantidad de muestras	% distribución
Sección Protección Radiológica Ocupacional	25	26%
Departamento de Reactores	2	2%
Sección Irradiación	3	3%
Sección Control de Calidad	11	11%
Sección Ciclotrón	16	17%
Sección Vigilancia Radiológica Ambiental - Monitoreo Ambiental	14	14%
División Seguridad Nuclear y Radiológica	2	2%
Sección Gestión Ambiental	24	25%

Tabla 15: Usuarios internos CCHEN en 2020.

- Algunos tiempos de entrega de resultados disminuyeron, dada la reasignación de tareas y la sistematización del ingreso de muestras.

Año	2018		2019		2020	
Servicio	Cantidad muestras	Promedio tiempo de entrega	Cantidad muestras	Promedio tiempo entrega	Cantidad muestras	Promedio tiempo entrega
Norma Chilena Agua Potable (NCh409/1)	398	18	315	13	202	14
Muestras de frotis y test de hermeticidad	50	25	22	35	50	9
Caracterización radiológica	14	42	1.389	11	982	19
Certificación	108	4	80	3	112	3
Sr-90	46	41	22	9	25	18

Tabla 16: Resumen comparativo en tiempos promedio de entrega entre 2018 y 2020 (por días).

VIGILANCIA RADIOLÓGICA EN NUESTRAS INSTALACIONES

Continuamos realizando vigilancia y supervisión radiológica directa a instalaciones nucleares de la CCHEN, esto es, RECH-1 y Planta Elementos Combustibles, cuyos parámetros radiológicos se mantuvieron en los rangos especificados en los manuales de Límites y Condiciones, de Protección Radiológica y según autorizaciones vigentes.

NUESTROS HITOS

- Incorporamos radiometría de neutrones en diferentes puntos de interés radiológico en la plataforma de la piscina y en la zona de Beams de nuestro reactor, para determinar niveles de tasas de dosis, incluyendo radiación gamma y neutrones, durante los ciclos de operación.
- Redefinimos nuevos roles de operadores de Protección Radiológica Operacional, para identificar la situación radiológica de los laboratorios de Trazadores, Radiactividad Ambiental, Radiomedicina, Agricultura, Investigación Nuclear, Activación Neutrónica, Conversión y Protección Radiológica Operacional, para actualizar sus respectivos Manuales de Protección Radiológica.
- Para disponer de registros de los niveles de radiación de los Centros Nucleares, monitoreamos áreas amplias y abiertas al paso vehicular (con equipos móviles SPARCS) y también el interior de edificios y áreas comunes (con espectrómetros portátiles tipo backpack y monitores PRD). Los resultados están en los niveles de fondo radiactivo.
- Para reforzar nuestro programa de vigilancia radiológica, desarrollamos y aplicamos radiometría gamma georreferenciada en ambos Centros Nucleares, de modo de incorporar coordenadas geográficas a las mediciones de los niveles de radiación. Estos son los resultados gráficos:

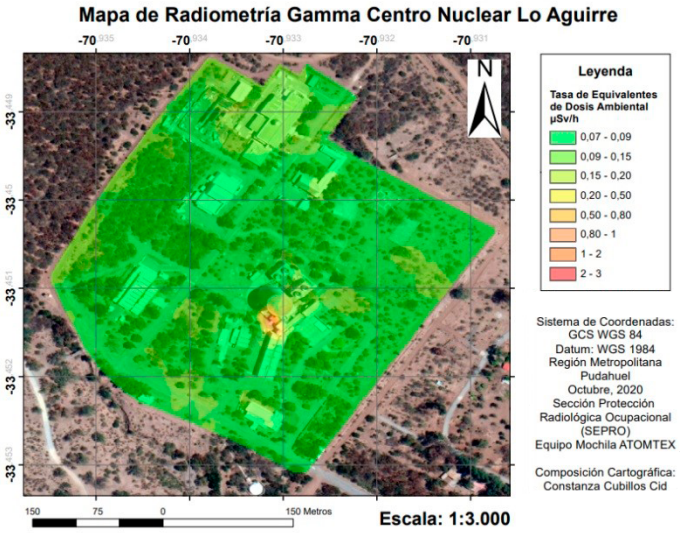


Figura 1: Radiometría gamma georreferenciada en el CEN Lo Aguirre.

- Efectuamos radiometría gamma georreferenciada para zonas externas al emplazamiento del CEN La Reina, específicamente en la Zona de Baja Densidad de Población y en las Zonas de Referencia, fuera de la Zona de Protección, en anillos concéntricos, separados por intervalos de 500 metros, hasta alcanzar los 2 kilómetros alrededor del Centro Nuclear.

  Esto nos permite contar con los niveles de radiación de fondo en una amplia zona, más allá de la Zona de Protección del Centro Nuclear. Solo se detectaron niveles de radiación de fondo.

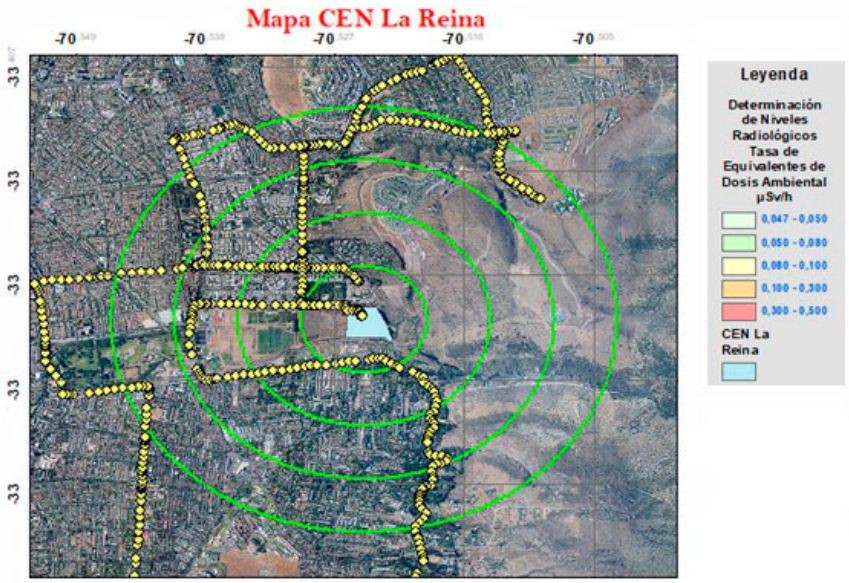


Figura 2: Radiometría gamma georreferenciada de zonas exteriores a emplazamiento del CEN La Reina.

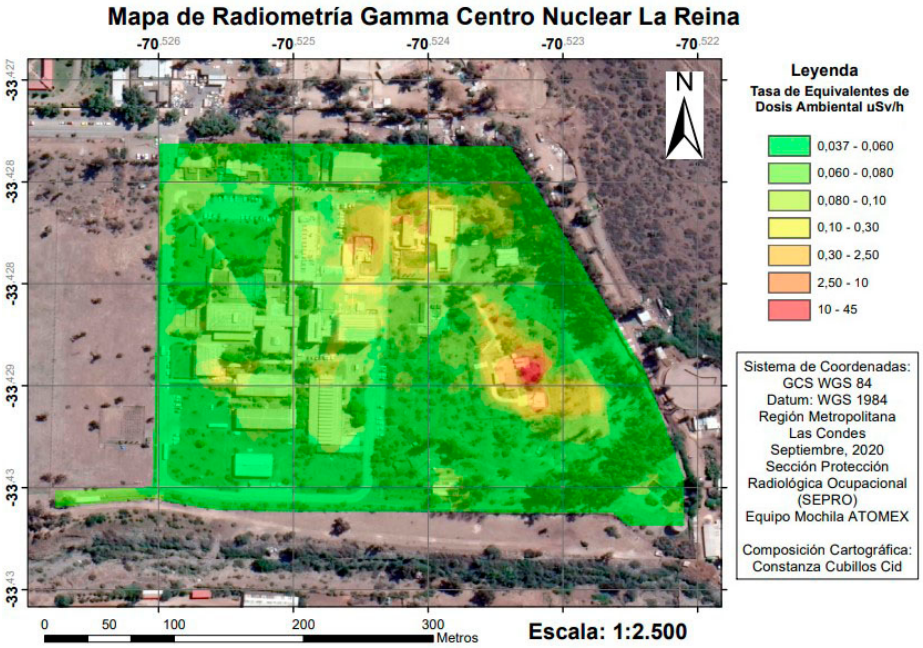


Figura 3: Radiometría gamma georreferenciada del CEN La Reina.

- Realizamos 15 asesorías radiológicas, a solicitud de nuestras propias instalaciones radiactivas:

  → Radiometría gamma-neutrón en sala multiuso del CEN la Reina para experimento “Medidas de Bajo Scattering de Neutrones”, a cargo del Laboratorio Investigaciones Nucleares.
  → Evaluación radiológica del puesto de trabajo del Ciclotrón y Laboratorio Control de Calidad.
  → Diseño y participación (observador) en simulacros de emergencias radiológicas en instalaciones como el Ciclotrón, Laboratorio Control de Calidad y Laboratorio Radioquímica.
  → Estimaciones de dosis en el Laboratorio Control de Calidad.
  → Evaluación radiológica en la bodega de almacenamiento de materiales peligrosos.
  → Evaluación radiológica de laboratorios del Departamento Tecnologías Nucleares.
  → Informe de condiciones radiológicas del Laboratorio de Radioquímica.

- Estimación de dosis equivalente ambiental de nuestros vehículos destinados a transporte de materiales radiactivos.
- Informe de actividades de remediación de la celda Nº2 del Laboratorio de Radioquímica.
- Informe de radiometría en oficinas del ala norte del CEN La Reina.
- Informe de evaluación de la contaminación radiactiva transitoria en bultos del RECH 1.
- Informes de evaluación de contaminación radiactiva superficial en placas de elementos combustibles.
- Informes de radiometría del Laboratorio de Irradiadores.
- Informes de radiometría de la Planta de Irradiación Multipropósito.
- Informe radiológico de ripios minerales acopiados en el patio de la Planta Piloto.

VIGILANCIA RADIOLÓGICA INDIVIDUAL

En este ámbito, nos ocupamos de cuantificar las dosis de trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE) en escenarios de exposición a radiaciones ionizantes, y también para casos accidentales en los que se pudiera ver involucrado el público, para evaluar el efecto que dichas dosis pudieran causar en las personas.

Esta labor la desarrollamos a partir de cuatro áreas: dosimetría personal externa, dosimetría citogenética, dosimetría interna y vigilancia médica.

NUESTROS HITOS

Foto 5: En la CCHEN realizamos cuantificación de dosis de TOEs en escenarios de exposición a radiaciones.

- Cumplimos con el requerimiento de la Dirección de Presupuestos (DIPRES) de disminuir los tiempos de respuesta de dosimetría externa a tres días como promedio anual. Alcanzamos un promedio de 2,42 días.

- Realizamos una nueva calibración en el sistema de espectrometría gamma del Laboratorio de Dosimetría Interna, lo que permite asegurar la calidad de sus mediciones, ya que referencia a un patrón de medición primario.

- Participamos por 7a vez consecutiva en la Ronda de Intercomparación Europea (PROCORAD), que contempla mediciones de emisores gamma y uranio natural en orina. Así, logramos mantener la confiabilidad de las técnicas a nivel de laboratorios de Dosimetría interna de Latinoamérica, obteniendo más respaldo en los resultados como laboratorio de referencia nacional.

- En cuanto a investigación, cabe destacar algunos proyectos en curso:

  → Proyecto de Investigación Coordinado del OIEA “Aplicaciones de los métodos de dosimetría biológica en oncología radioterapéutica, medicina nuclear, radiología diagnóstica e intervencionista”. Junto al área de radioterapia de Clínica Las Condes, monitoreamos a pacientes con cáncer de mama para evaluar su estado citogenético, mediante herramientas biodosimétricas. En 2020, pausamos el reclutamiento de pacientes.

  → Proyecto FONDECYT “Caracterización experimental de radiaciones pulsadas y partículas generadas por dispositivos de enfoque de plasma de baja y muy baja energía y estudio de sus efectos sobre la materia” (1190677), realizamos ensayos para establecer la metodología idónea para la irradiación de linfocitos en dispositivo plasma focus. Se incorporó al laboratorio un alumno de Biotecnología de la Universidad Mayor, quien desarrollará su tesis de grado, titulada “Aplicación de herramientas biodosimétricas para la caracterización de un dispositivo de plasma focus”.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Los análisis de dosimetría personal externa entregados a usuarios de fuentes radiactivas, dentro y fuera de la CCHEN, sumaron 16.016 atenciones de vigilancia radiológica, en salud, industria e investigación.

Año	Dosímetros enviados	Solicitudes	Dosis informadas
2018	23376	329	21809
2019	24143	341	20014
2020	22288	219	16016

Tabla 17: Solicitudes de dosímetros y del servicio de dosimetría personal entre 2017 y 2020.

- Asignamos 2578 controles dosimétricos a nuestro personal, obteniendo 2477 dosis en total.

Tipo de dosímetro	Asignados	Dosis
PD3	159	136
PD8	1152	1075
Anillos	863	809
Albedo	318	305
Cristalinos	86	152
Totales	**2578**	**2477**

Tabla 18: Tipos y cantidad de dosímetros asignados y análisis de dosis efectivamente realizados.

- Realizamos 1.524 análisis de dosimetría interna “in vitro” e “in vivo”, de los cuales, 389 corresponden a análisis de muestras de orinas (in vitro) de usuarios externos sujetos a control rutinario; 425, a análisis en contador de cuerpo entero (in vivo) y 710, a análisis de muestras de orina de usuarios internos de 14 instalaciones de ambos Centros Nucleares.

Análisis Dosimetría Interna	2018	2019	2020
Análisis de muestras de orina clientes internos	929	1091	710
Análisis de muestras de orina clientes externos	461	459	389
Análisis por contador de cuerpo entero	536	427	425
Eventos no programados	350	120	-
Análisis totales (clientes internos y externos)	**2276**	**2097**	**1524**

Tabla 19: Análisis Dosimetría Interna (in vivo e in vitro) desde el 2018-2020.

- En nuestra labor de vigilancia médica, hicimos seguimiento y control de salud de funcionarios/as, principalmente TOE, para determinar si podían iniciar, continuar o detener sus labores con material radioactivo o equipos generadores de radiaciones ionizantes. Actualizamos, mayoritariamente en forma virtual, 216 fichas clínicas electrónicas.

- En 2020 no recibimos solicitudes de dosimetría biológica (citogenética).

GESTIÓN DE DESECHOS RADIACTIVOS

Foto 6: Funcionarios de la Sección Gestión de Desechos Radiactivos.

Siempre en el ámbito de la protección radiológica, una de nuestras funciones relevante, a nivel nacional, es la gestión de desechos radiactivos.

En esa línea, contamos con la infraestructura operacional necesaria para satisfacer las necesidades de los generadores de desechos radiactivos del país, con el objetivo de proteger a las personas, los bienes y medioambiente.

NUESTROS HITOS

- Entró en funcionamiento un nuevo almacén de fuentes radiactivas en desuso, en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre.

  La instalación, de 600 m^2, amplía las capacidades del almacén actual para contener, por al menos 20 años y con los más altos estándares de seguridad, las fuentes radiactivas en desuso y desechos con actividad radiológica, provenientes de procesos médicos, industriales e investigaciones. El inicio de operaciones será en 2021.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Recepcionamos, tratamos, acondicionamos y almacenamos 6,8 m3de desechos radiactivos, a partir de 101 solicitudes de servicio, provenientes de clientes internos y externos, de las cuales 51 corresponden a generadores de la CCHEN y 50, a clientes externos, que involucran a 12 instalaciones generadoras del país. En términos de volumen, el 63,1% de los desechos provino de clientes externos y el 36,9%, de aplicaciones, investigaciones y desarrollos de la CCHEN.

  La distribución, según volumen entregado por tipo de clientes, se presenta a continuación:

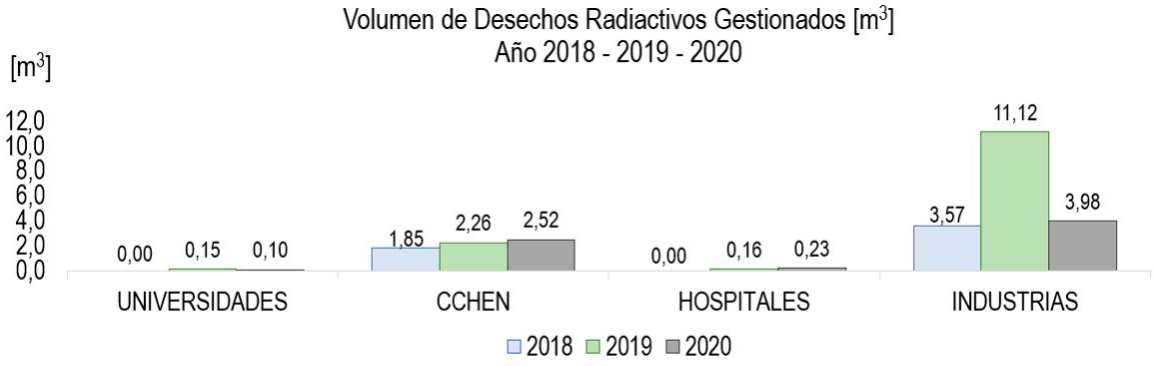


Gráfico 6: Volumen de desechos radiactivos gestionados entre 2018 y 2020.

- Realizamos siete asesorías en terreno a instalaciones generadoras de desechos radiactivos y fuentes radiactivas selladas en desuso, entregando, en cada servicio, un informe técnico de la evaluación, con conclusiones de análisis, condiciones, recomendaciones y costos asociados.

- Aportamos con la información necesaria para el Informe Nacional de la Convención Conjunta de Desechos Radiactivos y Combustible Gastado a desarrollarse en 2021, a cargo del OIEA.

- Ingresamos la información del año 2019 al nuevo Sistema de Información de Desechos Radiactivos y Combustible Gastado del OIEA, lo que representa el 100% de nuestro inventario al 31 de diciembre de 2019.

- En materia de Gestión Ambiental, recibimos 100 solicitudes de retiro de residuos peligrosos y no peligrosos de instalaciones generadoras. Lo anterior, principalmente, producto de obras de construcción, que produjeron residuos que fueron retirados, en forma oportuna, en el tiempo establecido.

SERVICIO DE CAPACITACIÓN EN PROTECCIÓN RADIOLÓGICA

En materia de capacitación, estamos facultados para realizar cursos de protección radiológica, por lo cual llevamos a cabo un programa permanente de capacitación nacional dirigido a:

- Personal ocupacionalmente expuesto a radiaciones ionizantes que se desempeña en salud e industria.
- Alumnos de cátedras de Protección Radiológica y Dosimetría de la carrera de Tecnología Médica de universidades del país.
- Personal técnico de primera respuesta a emergencias radiológicas, como Bomberos, Carabineros de Chile, Policía de Investigaciones (PDI), Aduanas y DIRECTEMAR.

NUESTROS HITOS

- Por primera vez, las cátedras universitarias y las capacitaciones para trabajadores se dictaron en forma online sincrónica, producto de la pandemia.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Realizamos 11 cursos de protección radiológica, para 194 personas externas.

- Ofrecimos capacitación, mediante un entrenamiento práctico, a 81 profesionales de organizaciones externas, como primeros respondedores ante emergencias radiológicas, a través de herramientas puestas a disposición por el Departamento de Energía de Estados Unidos.

Foto 7: Funcionarios del Departamento de Protección Radiológica en el Laboratorio móvil de la CCHEN.

METROLOGÍA DE RADIACIONES IONIZANTES

En esta área nuestras tareas son establecer, mantener y fabricar patrones estándar de radiactividad, para establecer una máxima comparabilidad y confiabilidad de las medidas de las características de las radiaciones ionizantes que se utilizamos en la CCHEN y en el país.

Para ello, desarrollamos técnicas orientadas a mantener consistencia en las medidas de dosis efectuadas con diversos instrumentos y para variados objetivos. Disponemos de la estructura metrológica adecuada para calibración y estandarización de generadores de radiaciones y detectores de radiaciones gamma, rayos X, neutrones y partículas cargadas.

NUESTROS HITOS

- Mantenemos nuestra condición de "Laboratorio Designado para las Magnitudes de Radiaciones Ionizantes" de la Red Nacional de Metrología, en el marco del trabajo conjunto con el INN.

- Superamos nuestra meta anual, pasando, de tres meses, a 75 días como tiempo de respuesta a solicitudes de calibración, con un impacto directo en nuestros beneficiarios.

- Recibimos por parte del National Research Council of Canada (NRC-Canadá) la cámara "4ϖ ß-y", insumo fundamental para habilitar el sistema de coincidencia destinado a ser el sistema de patrón nacional, en cuanto a actividad nuclear para decaimientos radiactivos del tipo ß-y. Producto de la pandemia, suspendimos la visita del experto que habilitará y pondrá en marcha el sistema.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Como referente nacional en la calibración de detectores, a nivel país, mantuvimos operativas nuestras prestaciones a usuarios internos y externos. Realizamos 368 calibraciones, 97 de ellas a investigación, 165 a industria y 106 a salud.

- Se realizó, junto al Minsal e ISP, la ronda de intercomparación de Dosimetría Individual Externa para los servicios de Dosimetría Personal del país (acreditados en Minsal), en haces de Cs-137 y RX 105 kV, para condiciones normales de trabajo. Los resultados serán informados por el ISP.

- Pusimos en marcha y nos capacitamos en el sistema dosimétrico EPR-Alanina, que permite realizar mediciones en los rangos Low (1 Gy - 100 Gy) y High (0.1 kGy – 100 kGy).

NUESTRO VALOR: CAPITAL HUMANO

GESTIÓN DE PERSONAS

Diseñamos, elaboramos y ejecutamos políticas y procedimientos de gestión de personas, para desarrollar condiciones laborales adecuadas que promuevan una cultura colaborativa, gestión del conocimiento y una mejor calidad de vida, que faciliten la máxima contribución al cumplimiento de la misión institucional.

NUESTROS HITOS

- En cuanto a la salud física y mental de nuestros funcionarios/as, sobre todo en el contexto de la pandemia, desarrollamos las siguientes acciones:

  → Creamos el Comité de Acción Preventiva COVID-19, para prevenir contagios al interior de la institución y pusimos en efecto las diversas medidas dispuestas por la Autoridad Sanitaria, entre cuyas principales están:

  - Definimos el uso obligatorio de mascarilla en nuestras instalaciones.
  - Dispusimos elementos de protección para los funcionarios/as (dispensadores alcohol gel, mascarillas).
  - Proporcionamos insumos preventivos y sanitarios al personal de mayor exposición (guantes, mascarillas N95, pantallas faciales, alcohol gel, alcohol 70% y amonio cuaternario).
  - Realizamos sanitizaciones de espacios de trabajo en nuestras tres sedes.
  - Instalamos separadores y filtros especiales en buses de acercamiento que usan los funcionarios/as.
  - Adecuamos los casinos de los Centros Nucleares, en términos de espacios, manipulación y sanitización. En la Sede Amunátegui implementamos un comedor con las condiciones sanitarias para el reguardo del personal.
  - Determinamos aforos máximos en espacios de trabajo.
  - Realizamos campañas informativas en los lugares de mayor tránsito de nuestras sedes.
  - Elaboramos y difundimos protocolos de prevención de contagios y de actuación en caso de contagios o contactos estrechos.

  → Levantamos información relevante de los funcionarios/as en relación a la pandemia: formas de trabajo, conciliación y calidad de vida.
  → Ejecutamos acciones de acompañamiento y apoyo de salud mental, mediante capacitaciones y acciones de contención emocional para alrededor de 50 funcionarios.
  → Realizamos capacitaciones y acciones para la conciliación de la vida personal, familiar y laboral, para evaluar la implementación de Sistema de Gestión de Conciliación.
  → Generamos, actualizamos y difundimos procedimientos de emergencia para instalaciones autorizadas del CEN Lo Aguirre. Destaca el Plan de Contingencia, Prevención y Respuesta a emergencias en Instalaciones CCHEN durante la Emergencia Sanitaria.

- Desde la mirada de gestión del conocimiento:

  → Implementamos la plataforma e-learning Moodle, para apoyar procesos de inducción, capacitación, formación y entrenamiento, y gestionar el conocimiento funcionario.
  → Evaluamos el estado de las distintas dimensiones que aborda la gestión del conocimiento en la CCHEN. Identificamos el estado actual y las tareas pendientes, lo que dio paso a un Plan de Acción de dos fases para el cierre de brechas.
  → Desarrollamos una metodología para evaluar los conocimientos en riesgo, con el objetivo de capturar y transferir esos conocimientos, provenientes de personas prontas al retiro o jubilación, como así mismo, de personas poseedoras de conocimientos específicos.

- Iniciamos un plan de trabajo con la Mutual de Seguridad, para instalar el Sistema de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo, a través del Programa de Empresa Competitiva (PEC). Fuimos la segunda institución, en el ámbito público, en adoptar este compromiso.

- Finalizamos el plan de mitigación de riesgos psicosociales levantados en 2018, mediante la encuesta SUSESO ISTAS 21, aplicada en instalaciones de nuestras tres sedes.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- A diciembre de 2020, nuestra dotación era de 293 funcionarios/as. El detalle es el siguiente:

Dotación por Estamento y Género			
Estamento	**Hombre**	**Mujer**	**Total**
Directivo	7	-	**7**
Profesional	119	59	**178**
Técnico	39	16	**55**
Administrativo	31	21	**52**
Auxiliar	-	1	**1**
Total	**196**	**97**	**293**

Tabla 20: Dotación por estamento y género en 2020.

Dotación por Sede				
Género	**La Reina**	**Amunátegui**	**Lo Aguirre**	**Total**
Hombre	127	25	44	**196**
Mujer	71	18	8	**97**
Total	**198**	**43**	**52**	**293**

Tabla 21: Dotación por sede en 2020.

- Capacitaciones:

  → 37 personas participaron en 30 actividades de capacitación presencial en el extranjero. De ellas, 16 se realizaron en forma presencial en el extranjero, y 21, virtual. Las áreas que abordaron estas actividades corresponde, en general, a:

  - Espectrometría gamma
  - Seguridad física nuclear
  - Dosimetría
  - Radiofarmacia
  - Protección radiológica
  - Ensayos no destructivos
  - Gestión de desechos radiactivos
  - Emergencias nucleares y radiológicas
  - Seguridad Tecnológica y Física de las Fuentes Radiactivas
  - Activación neutrónica
  - Seguridad para reactores de investigación

→ Además, apoyamos la nominación de 56 candidatos de entidades externas, públicas y privadas, tales como:

SAG, Minsal, ISP, Ministerio del Interior y Seguridad Pública, Comisión Nacional de Energía (CNE), Instituto Nacional del Cáncer (Incancer), Instituto Nacional Forestal (INFOR), Fundación Arturo López Pérez (FALP), Instituto Antártico Chileno (INACH), Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y Medscan.

Asimismo, apoyamos a representantes de centros hospitalarios, como el complejo asistencial Dr. Sótero del Río, Hospital Clínico Fuerza Aérea de Chile, Hospital Clínico Universidad de Chile, Hospital Clínico UC Christus, Hospital Regional de Antofagasta, Clínica Las Condes, además de universidades, como la Universidad de Antofagasta, Universidad Austral de Chile, Universidad de Concepción y Universidad de Santiago.

→ Ejecutamos 23 actividades con cargo al presupuesto de capacitaciones, lo que implicó el perfeccionamiento de 197 funcionarios/as, es decir, un 57,7% de la dotación, con un total de 677 horas de capacitación efectiva.

Los temas de especialización abordaron I+D, Seguridad Nuclear y Gestión Pública.

- Sobre los beneficios entregados a nuestros/as funcionarios/as, estos se mantuvieron en 2020:

→ Sala Cuna y jardín infantil para funcionarios/as en modalidad presencial y teletrabajo.
→ Entregamos beneficios regulares a todos los afiliados de Bienestar:

  - Otorgamos seis becas de enseñanza superior.
  - Entregamos 107 beneficios sociales.
  - Bonificamos 3454 prestaciones médicas de afiliados activos, 2147 prestaciones médicas de afiliados pasivos y 1895 prestaciones médicas de cargas legales.
  - Bonificamos 10.974 prestaciones médicas a través del seguro complementario de salud.

→ Desarrollamos el nuevo sitio de Bienestar y Calidad de Vida, para difundir convenios y beneficios vigentes para los funcionarios/as.

- Acompañamos a diez funcionarios/as en el proceso de retiro voluntario, de acuerdo a la Ley Nº 20.948 de Incentivo al Retiro.

AGENDA DE GÉNERO

Nuestra Agenda de Género 2020 se sostuvo en cuatro pilares fundamentales:

- Programa Energía + Mujer (E+M) del Ministerio de Energía.
- Compromisos con el Ministerio de la Mujer y Equidad de Género.
- Proyecto SAGA de la UNESCO.
- Acciones propias de nuestro quehacer.

NUESTROS HITOS

- **Programa E+M del Ministerio de Energía:**

  Participamos en reuniones mensuales de la Mesa de Género, integrada por el Ministerio de Energía, la Superintendencia de Electricidad y Combustible (SEC), CNE y Agencia de Sostenibilidad Energética. También participamos en la Mesa técnica público-privada del Programa E+M. Las actividades desarrolladas, en el marco de los Ejes del E+M son:

  → **Eje I - Gestión Estratégica**
  Ejecutamos un diagnóstico 2017-2019, para determinar barreras, brechas e inequidades de género que pudieran estar presentes en la CCHEN. Organizamos entrevistas, internas y externas, con representantes del Ministerio de Energía; Ministerio de la Mujer y Equidad de Género; Ministerio de Ciencia, Tecnología, Conocimiento e Innovación; Programa de Naciones Unidas y BILAB-Engineering Design de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

  → **Eje II – Inserción de la mujer en el sector eléctrico**
  Este Eje no aplica para la CCHEN.

  → **Eje III - Trayectoria laboral de las mujeres**
  Revisamos procesos de reclutamiento, selección y contratación de personal, libres de sesgos de género, y de capacitación en enfoque de género aplicado a las características de las funciones que desarrollamos.

  → **Eje IV - Promoción del liderazgo femenino en jefaturas y gerencias**
  Revisamos la documentación para su actualización, priorizándose-ante igualdad de mérito y condiciones- priorizar la selección de mujeres.

  → **Eje V – Igualdad de remuneraciones y beneficios laborales**
  Creamos un Comité de Remuneraciones, abogándose por la participación de mujeres en su constitución. Su función es analizar los salarios para proceder a la corrección de desigualdades en la materia. En este aspecto, las condiciones son igualitarias para mujeres y hombres. Dada la pandemia, se instruyó al sector público congelar estas gestiones.

- **Proyecto SAGA de la UNESCO**

  Somos parte del proyecto SAGA, de las siglas en inglés de STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) and Gender Advancement, de la UNESCO. Se trata de un proyecto global que contribuye a la promoción de mujeres y niñas en carreras STEM, buscando disminuir la brecha de género en ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas. A continuación, algunos avances realizados en 2020:

  → Incorporamos perspectiva de género en el lenguaje empleado a nivel institucional.
  → Creamos un grupo de Agentes STEM, que incluye a hijas o familiares de nuestros/as funcionarios/as, a quienes invitamos a participar en diversas actividades.

→ Creamos el programa “Pasos que Inspiran”, en el marco del cual realizamos charlas dictadas por mujeres STEM, que transmitieron sus experiencias a niñas y jóvenes, para orientarlas en su futuro profesional y transmitir un mensaje para derribar barreras de estereotipos.

- 1a charla: expuso Antonia Zambra, investigadora de la Universidad Diego Portales. Contó con 26 participantes.
- 2a charla: expuso Nuri Gras, secretaria ejecutiva de la Agencia Chilena para la Calidad e Inocuidad Alimentaria (Achipia). Contó con 28 participantes.

Foto 8: Invitación a webinar de la investigadora Antonia Zambra Álvarez.

- **Acciones propias del quehacer CCHEN**

  Realizamos un levantamiento del conocimiento crítico, tanto para la institución como para el país, arrojando una baja participación de mujeres de la CCHEN en Física de Reactores / Reactores de Investigación, Física Nuclear Experimental, Física de plasma y fusión nuclear fundamental y aplicada, Ciclo Combustible Nuclear, Gestión de Núcleos y Dosimetría de Neutrones.

- **Women in Nuclear Chile**

  En el marco del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y la Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL), implementamos el capítulo chileno de Women in Nuclear (WiN Chile), para contribuir a la promoción de la participación plena, equitativa y activa de las mujeres en áreas relacionadas con la energía nuclear y las radiaciones ionizantes.

  Así, en el marco del proyecto ARCAL, participamos en cuatro reuniones de coordinación, junto a representantes de Argentina, Bolivia, Brasil, Ecuador, Colombia, Costa Rica, Cuba, México, Perú, Uruguay y Venezuela.

  → Conformación equipo de implementación
  A nivel nacional, se conformó un equipo de implementación del capítulo, conformado por 11 funcionarias de distintas unidades de la CCHEN, quienes desarrollaron un plan de trabajo.

A diciembre de 2020, WiN Chile era integrado por 27 personas, 23 de la CCHEN y cuatro de instituciones externas, como Incancer, Mutual Chilena de Seguridad y SAA S.A. De las 27 personas, cuatro son hombres.

El equipo de implementación organizó y participó en cinco reuniones de coordinación, y dos reuniones adicionales, junto a representantes de WiN Ecuador y WiN Argentina, quienes compartieron sus experiencias en la implementación de sus repectivos capítulos nacionales.

→ En materia de difusión, integrantes de WiN Chile participaron en una entrevista radial, y en actividades como el Stand Up for Nuclear, a través de un conversatorio “Mujeres en lo Nuclear: Conquistando espacios en América Latina y el Caribe”. También se organizó el webinar “¿Qué es Women in Nuclear? Experiencias latinoamericanas”.

Foto 9: Nuevo capítulo nacional Women in Nuclear.

GESTIÓN Y REDUCCIÓN DE RIESGO DE DESASTRES

En marzo de 2021 se dio a conocer la nueva **Política Nacional para la Reducción del Riesgo de Desastres 2020-2023**, que establece un marco rector que fortalecerá la gestión en este ámbito. La política enmarcará la labor del Sistema Nacional de Protección Civil, estructura en la que tenemos un papel clave, al ser el organismo técnico especializado para atender la variable nuclear y radiológica de riesgo, a nivel nacional.

Como tal, nuestra institución ha sido nominada para formar parte de la Plataforma de Reducción de Riesgo de Desastres, un comité de alto nivel, conformado, principalmente, por ministerios de Estado y servicios dependientes y relacionados, sociedad civil organizada, comunidad académica, el sector privado y organismos autónomos.

En materia de coordinación intersectorial, que es uno de los ejes de esta política nacional, y ya en el ámbito nuclear y radiológico, es fundamental el mandato y roles de la Comisión de Seguridad en Emergencias Radiológicas (CONSER).

Su creación fue impulsada por la CCHEN y es liderada por la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI). Reúne diversas capacidades de ministerios y servicios relacionados, y de Bomberos de Chile, con el fin de asesorar y apoyar en el fortalecimiento de la capacidad de prevención y reacción de las instituciones competentes, en orden de proteger al público y al medioambiente ante eventos nucleares o radiológicos.

Estas iniciativas se verán reforzadas por el nuevo Plan Estratégico Nacional para la Gestión y Reducción de Riesgo de Desastres, para el periodo 2020-2030. Nuestro desafío es establecer acciones que podamos aportar para el cumplimiento de este importante plan.

Otras iniciativas: preparación ante emergencias radiológicas

- En el marco de la CONSER, realizamos propuestas técnicas para el Plan Nacional de Emergencias por Variable de Riesgo Radiológico, para avanzar en la Mesa de Trabajo ONEMI-MINSAL-CCHEN.

- Suministramos información e insumos técnicos y legales a ONEMI para formalizar un Protocolo de Comunicación CCHEN-ONEMI-Fiscalía, solicitado por nuestra Institución, para emergencias por robo, hurto u otros actos ilícitos que afecten a instalaciones bajo nuestro control regulatorio.

- Generamos 16 notificaciones de incidentes radiológicos al Ministerio de Energía, en el marco del Protocolo de Comunicación y Entrega de Información ante Incidentes Radiológicos. Cinco notificaciones se asociaron a nuestro control regulatorio y 11, al Ministerio de Salud. También notificamos a representantes del Sistema Nacional de Protección Civil y de la CONSER.

- Revisamos el Procedimiento de Respuesta ante una Emergencia Radiológica Externa, a la luz de las disposiciones del Plan Nacional de Emergencia (2017), el Plan Nacional de Emergencia por Variable de Riesgo Materiales Peligrosos, y en coherencia con la propuesta del nuevo Plan Nacional de Emergencia Radiológica y los requerimientos de los nuevos Planes de Emergencia Sectoriales solicitados por ONEMI.

- Finalizamos el proyecto del OIEA “Fortalecimiento de las Capacidades Nacionales de Detección de Material Radiactivo en Fronteras con Aduanas y Carabineros”, que cerró con una capacitación a personal de Servicios de Fronteras y OS-3, de tres regiones del norte, que recibieron equipamiento del Organismo, en el marco del proyecto.

- Participamos en cuatro ejercicios ConvEX (online), que consisten en la simulación de escenarios, para poner a prueba nuestra capacidad de respuesta. A futuro, buscamos involucrar la participación de las organizaciones de la CONSER.

- Revisamos y actualizamos 16 secciones del Sistema de Información de Emergencia del OIEA (EPRIMS), según requerimientos de la Guía internacional de Preparación y Respuesta ante emergencias radiológicas, GSR Parte 7.

- Como miembros del Comité de Protección Civil de la Municipalidad de Pudahuel, contribuimos al desarrollo del Plan de Emergencia Comunal por Emergencia Forestal, proporcionando información técnica de la instalación del CEN Lo Aguirre, considerada una infraestructura crítica en la Región Metropolitana.

- Se estableció un Grupo de Trabajo, a solicitud de la Junta Nacional de Bomberos, Cuerpo de Bomberos de Santiago y Departamento de Planificación de Operaciones HAZMAT, para elaborar el Procedimiento de Operaciones Estándar (POE) para Emergencia Radiológica. Realizamos una propuesta que está en revisión por parte de Bomberos.

- Con apoyo del Programa Search & Secure del Departamento de Energía de EE.UU., elaboramos una propuesta para hacer una capacitación en búsqueda y aseguramiento de fuentes radiactivas huérfanas. La propuesta fue aceptada por su contratista Pacific Northwest National Laboratory.

- Coordinamos la realización de una actividad de actualización en uso de la plataforma interactiva de simulación y entrenamiento a primeros respondedores, RAILS, dictada por expertos del Pacific Northwest National Laboratory y de expertos de sus empresas contratistas para entrenamiento. Contó con la participación de 13 instructores de cinco organizaciones nacionales: CCHEN, MINSAL, Autoridad Sanitaria, Aduanas y DIRECTEMAR.

- En cuando a comunicación de emergencias, cabe destacar:

  → Actualizamos nuestro procedimiento de comunicación de crisis en situaciones de emergencias. Hoy el documento está en fase de revisión interna.
  → Participamos en un ejercicio simulado, coordinado junto al Centro de Respuesta a Incidentes y Emergencias del OIEA, para poner a prueba nuestra capacidad de respuesta en redes sociales ante una emergencia real.

PROTECCIÓN FÍSICA

- Llevamos a cabo un proceso de mejoramiento de nuestros sistemas de protección física, incluyendo los sistemas audiovisuales y del control de accesos de ambos Centros Nucleares, para lo cual se implementaron diversas medidas de fortalecimiento de monitoreo y vigilancia de las instalaciones.

- Fortalecimos la preparación de la infraestructura humana a través del desarrollo de cursos de protección radiológica, protección física y planes de emergencia CCHEN para operarios y contingente militar de nuestras instalaciones.

- Firmamos un convenio de colaboración con la Corporación Nacional Forestal (CONAF), comprometiendo apoyo mutuo en la detección rápida y oportuna de focos de incendios forestales que se originen en zonas aledañas a los centros nucleares, para movilizar recursos, en forma eficaz, para un control más efectivo.

Foto 10: Firma de convenio entre la CCHEN y la CONAF realizada a fines de 2020.

RESPONSABILIDADES INTERNACIONALES

TRATADO DE PROHIBICIÓN COMPLETA DE ENSAYOS NUCLEARES

A nivel nacional, mantuvimos la gestión de la operación y mantención de las cuatro estaciones que conforman el Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) de ensayos de armas nucleares, como también del Centro Nacional de Datos, que recopila la información del sistema.

La información recopilada es puesta a disposición de investigadores y organizaciones relacionadas con el quehacer científico en diferentes dominios.

Las estaciones, que utilizan sensores con tecnología de infrasonido, hidroacústica, sísmica y radionúclidos, se ubican en Rapa Nui, Juan Fernández, Punta Arenas y Limón Verde (Calama).

NUESTROS HITOS

- Chile se sumó al Acuerdo de Alerta de Tsunami que impulsa la Organización del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (CTBTO) y UNESCO, para proveer un sistema eficaz de alerta ante estos desastres. Ello nos permitirá acceder a información de otras estaciones del mundo, que monitorean aguas y suelos, mediante nuestro Centro Nacional de Datos.

- Para dar a conocer la estructura y actividades realizadas en el marco del Tratado, desarrollamos un sitio web informativo, finalizado en 2020, y disponible en este enlace: www.ndc-ctbt.cl.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Participamos en dos reuniones de trabajo del Grupo B del CTBTO, cuerpo subsidiario que se ocupa de asuntos técnicos y científicos. En la segunda sesión, una representante de nuestra Institución fue nominada como jefa de tareas en estas materias para el segundo semestre de 2020 y 2021.

- Visitamos la estación ubicada en Rapa Nui, para, entre otros, sostener un encuentro con representante de la Gobernación Provincial para coordinar actividades conjuntas.

- Gestionamos la compra de un contenedor para la estación ubicada en la Universidad de Magallanes, en Punta Arenas, para almacenar equipos y repuestos mantenidos en la estación.

GESTIÓN DE LA COOPERACIÓN TÉCNICA

- En el marco de nuestro rol como Oficina Nacional de Enlace con el OIEA, y como parte de nuestras funciones como organismo experto asesor, desarrollamos la propuesta del Marco Programático Nacional (MPN) para la cooperación técnica internacional en el área nuclear, que fue formalizado por nuestra Embajada en Austria.

  El documento enmarca las prioridades del período 2020-2025:

  → Cambio climático
  → Seguridad física y tecnológica, nuclear y radiológica
  → Establecimiento de una autoridad reguladora independiente
  → Control de plagas a través de TIE (Técnica Insecto Estéril)
  → Optimización de uso de agroquímicos en la producción silvoagrícola
  → Adaptación de especies vegetales (agrícolas y forestales) al cambio climático
  → Trazabilidad y autenticidad: Fraude y origen alimentario
  → Seguridad alimentaria
  → Evaluación y monitoreo nutricional
  → Diagnóstico y tratamiento del cáncer
  → Evaluación y manejo de recursos hídricos
  → Manejo de ambientes marinos y costeros
  → Contaminación en aire, agua y suelo
  → Utilización del RECH-1
  → Gestión del conocimiento nuclear, este último como tema transversal.

  Este instrumento sirve como referencia para priorizar las actividades del Programa Nacional de Cooperación Técnica del período 2020-2025, siendo el principal mecanismo por el cual el OIEA ayuda a los países a crear, fortalecer y mantener las capacidades humanas e institucionales para el uso pacífico y seguro de la ciencia y tecnología nucleares.

- Efectuamos la convocatoria de propuestas de proyectos para el ciclo 2022-2023, donde recogimos 33 interesantes iniciativas, 28 de carácter nacional y cinco, regional. Como resultado, seis propuestas nacionales pasaron a etapa de diseño:

  → Aplicación de técnicas nucleares para detectar y monitorear toxinas marinas emergentes, incluidos los microplásticos.
  → Fortalecimiento de la Infraestructura Nacional para la Seguridad Radiológica.
  → Uso de técnicas de irradiación e isotópicas para mejorar la genética de plantas nativas y agrícolas.
  → Creación de capacidades generales para aplicaciones de la ciencia y tecnologías nucleares en sectores clave.
  → Medición de la toxicidad en las algas para determinar la inocuidad alimentaria.
  → Seguridad alimentaria y trazabilidad de origen usando técnicas isotópicas y relacionadas.

- En la ejecución del ciclo de proyectos 2020-2021, comenzamos a implementar los proyectos nacionales aprobados, que abordan:

  → Adaptación y productividad de especies forestales ante el cambio climático.
  → Diagnóstico de patologías renales en niños.
  → Fortalecimiento de capacidades humanas en ciencias y tecnologías de las aplicaciones.

  Entre otras instituciones, participan INFOR y Corporación Renal Infantil Mater.

GESTIÓN CORPORATIVA

MODERNIZACIÓN INSTITUCIONAL

Como parte del proceso de modernización de la gestión en la Institución, se iniciaron los siguientes proyectos:

- **Proyecto de Modernización del Sistema de Seguridad Tecnológica, Convencional y Física**
  El objetivo es asegurar la trazabilidad del cumplimiento de los requerimientos regulatorios y de los niveles de seguridad con los que se ejecuta la operación de nuestras instalaciones radiactivas. Elaboramos la nueva Política de Protección de las Personas y Medioambiente contra los riesgos nucleares o radiológicos y creamos el Comité de Seguridad (COSEG), ente colegiado, responsable de atender, desde una perspectiva integral e integrada, la seguridad nuclear y radiológica, física y convencional en la CCHEN.

- **Proyecto de Modernización de la Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales**
  El objetivo es fortalecer nuestra integración y la de instituciones nacionales en el ámbito de la cooperación técnica internacional del área nuclear. Establecimos vinculaciones; revisamos procesos; sistematizamos la gestión del programa de cooperación técnica nacional; y potenciamos el área de cometidos de servicio internacional, para maximizar su impacto y sus beneficios.

- **Consolidación del Grupo de Soporte para asegurar la disponibilidad y sostenibilidad de los activos de la Institución**
  El objetivo es fortalecer la infraestructura técnica y humana especializada, que proporcione disponibilidad, continuidad operacional y sostenibilidad a nuestro equipamiento e infraestructura, de acuerdo a un enfoque sistémico institucional. Completamos el diseño conceptual del proyecto, que hoy está en fase de implementación.

- **Implementación del Sistema de Gestión Integrado, basado en la norma GSR Parte 2**
  Apuntamos a implementar un Sistema de Gestión Integrado, mediante un enfoque graduado en nuestros procesos de Producción y Servicios, Investigación y Desarrollo, Regulación, y procesos gerenciales y de soporte. Realizamos el diseño conceptual, que hoy está en fase de implementación.

- **Modernización del Sistema de Adquisiciones**
  Buscamos integrar las actividades y procesos de compras, aplicando mejores prácticas y nuevas metodologías para una mayor calidad, trazabilidad y visibilidad del proceso, que impulse un sistema efectivo de adquisiciones, con el propósito de optimizar el uso de los recursos puestos a disposición de la Institución. Desarrollamos los elementos procedimentales para el proceso de adquisiciones, en las siguientes áreas temáticas:

  → Sistematización del planteamiento anual de Compras
  Trabajamos en la implementación de una guía metodológica de planificación de compras ajustada a presupuesto y apoyada por una herramienta tecnológica, que permita sistematizar el Plan Anual de Compras, de modo que cumpla con los requisitos de visibilidad, contenido y reportabilidad de las actividades de compra durante el año.

  → Modernización de inventarios y gestión de bodegas
  Buscamos integrar los procesos de compras y bodega para mejorar la visibilidad de las compras, desde que se genera la solicitud de compra hasta que se recepcionan los bienes y servicios. Implementamos un enfoque metodológico fortalecido para administrar, transversalmente, los bienes o insumos que ingresan a bodega, ya sea en tránsito o stock.

  → Desarrollo y gestión de la información
  Trabajamos en una guía metodológica que integre los requerimientos a través del Sistema de Adquisiciones y Procesos Financieros, para crear un enfoque sistémico en el proceso de adquisiciones.

→ **Metodología para la planificación de materiales**
Trabajamos en el diseño de una guía metodológica, con el objetivo de incorporar la planificación de requerimiento de materiales en los procesos de producción de las diversas unidades, utilizando modelos de naturaleza logística.

→ **Herramientas tecnológicas transversales de apoyo**
Para integrar los sistemas de información disponibles con los sistemas en desarrollo, trabajamos en una guía metodológica, para crear un enfoque sistémico del proceso de adquisiciones. Incluye el ERP SAP Business One, plan de compras, software de bodega, y otras herramientas tecnológicas de apoyo, como la plataforma “DOC-CCHEN”, que permite trazar la documentación ingresada en el proceso de gestión al Sistema de Adquisiciones.

→ **Indicadores de gestión**
Para obtener indicadores de gestión que permitan evaluar y controlar la aplicación de una metodología sistémica, coordinada e informatizada en los procesos del sistema de adquisiciones, trabajamos en el diseño de instrumentos de medición del desempeño, para cada etapa del ciclo de adquisiciones.

→ **Calificación de las competencias de los actores del Sistema de Adquisiciones**
Para disponer de un equipo de trabajo que asegure los conocimientos teóricos y prácticos, buenas prácticas laborales y la aplicación de la Ingeniería del Requerimiento, con miras a contar con procesos de compras de calidad, bajo criterios de probidad y transparencia, diagnosticamos las competencias de los actores del Sistema de Adquisiciones, para proponer un programa de capacitación.

NUEVAS OBRAS Y MANTENIMIENTO DE INFRAESTRUCTURA

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Propusimos arquitecturas de ampliación para el nuevo proyecto de edificación del Laboratorio Metrología de Radiaciones Ionizantes, para la habilitación de instalaciones de la Guardia Militar y para el casino del CEN Lo Aguirre.

- Gestionamos y administramos contratos de mantención preventiva y correctiva, destacando: Contrato de mantención del sistema de alarmas contra incendios; mantenimiento de aire acondicionado y ventilación; mantenimiento de ventilación del Laboratorio Control de Calidad y Liofilizados; mantenimiento preventivo de ascensores y montacargas; y mantenimiento preventivo de ventilación de Ciclotrón.

- Digitalizamos los planos del núcleo del RECH-1, para utilizarlos en su licenciamiento.

- Elaboramos el plano de la bodega de desechos peligrosos del CEN Lo Aguirre, para la Seremi de Salud Metropolitana, además del Plano del flujo de operación de laboratorios de Radiofármacos para aprobación del ISP y obtención de licenciamiento de operación.

- Actualizamos los planos: alcantarillado y RILES; galpón invernadero; Laboratorios Vigilancia Radiológica Ambiental; y de arquitectura de la instalación de Desechos Radiactivos, todo lo anterior ubicado en el CEN La Reina.

- Actuamos como contraparte técnica para las siguientes obras relacionadas con mantenimiento y requerimiento de Ingeniería: sistema de extracción de aire del proyecto Almacén de Desechos Radiactivos; aumento de capacidad en transporte de material radiactivo; licitaciones de equipamiento para laboratorios e instalaciones del CEN La Reina y remodelación del Laboratorio de Radioquímica del CEN Lo Aguirre; apoyo en monitoreo de particulado en Laboratorio de Liofilizados; informe técnico del archivo maestro de fabricación de los laboratorios de Producción; elaboración de planos para la aprobación de funcionamiento del Laboratorio de Radioquímica; licitación del proyecto de reparación de la red de aguas del CEN Lo Aguirre; y gestión de compra de equipos de aire acondicionado para sala de operadores del CEN Lo Aguirre.

- A través de nuestros talleres dedicados a mantenimiento, ejecutamos 946 solicitudes de trabajo, que permitieron mantener nuestra operatividad y cumplir con lo programado. Algunas de las solicitudes fueron para el mantenimiento preventivo y correctivo del equipamiento electrónico y electromecánico del RECH-1, de laboratorios de Producción, Irradiadores, Ciclotrón, Dosimetría, Planta Elementos Combustibles y Planta de Irradiación Multipropósito. Adicionalmente, cumplimos con la mantención de las tres sedes.

TECNOLOGÍAS DE LA INFORMACIÓN Y COMUNICACIONES

NUESTROS HITOS

- Digitalizamos 16 de 17 trámites institucionales que forman parte del Registro Nacional de Trámites (https://tramites.gob.cl/), que son aquellos que la Institución presta al ciudadano, usuarios y empresas. Esto representa un 94,1% de avance.
- En lo que respecta al Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) Trámites Digitales, cumplimos con lo solicitado por el Ministerio Secretaría General de la Presidencia de Chile, en el marco de lo cual recopilamos y actualizamos la información de 14 trámites digitales institucionales. Como resultado, declaramos un 93,3% de avance en el cumplimiento de esta meta (14 de 15 trámites digitales).
- Migramos y actualizamos la plataforma del sistema SAP. Con ello se cumplen los hitos de dos instructivos presidenciales sobre Transformación digital y Ciberseguridad.
- En el ámbito de la transformación digital, operativizamos formalmente las integraciones con Clave Única en los portales institucionales de trámites digitales y de la OIRS.
- Desarrollamos el Reporte Obligatorio de Incidentes, en el marco del instructivo presidencial de Ciberseguridad (https://www.ciberseguridad.gob.cl/), que mandata a instituciones públicas a reportar dichos incidentes, indicando respuesta y solución.
- Licitamos y adjudicamos el servicio de CLOUD, para incrementar la disponibilidad de la plataforma de servidores; renovamos certificados de seguridad SSL a los portales que brindan servicio a la ciudadanía; y analizamos las vulnerabilidades a los portales web que operan en la CCHEN mediante herramientas automáticas.
- En el marco de un Convenio de Desempeño Colectivo, se implementó el proyecto DOC-CCHEN, para dar continuidad al flujo de trabajo proveniente de DOC Digital, a través de un Gestor Documental interno, disponible en la Intranet institucional.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Continuamos con la operación de la plataforma del sistema de gestión para los procesos de adquisición, comercialización y gestión de los servicios y productos solicitados a la Institución.
- Monitoreamos la plataforma Barracuda, para garantizar seguridad a los usuarios en teletrabajo, y también el servicio entregado por GSUITE, plataforma colaborativa que incluye nuestro correo electrónico corporativo.
- A nivel interno, atendimos 1.835 solicitudes, siendo resueltas el 100% de ellas, en un tiempo promedio de 1,49 días.
- Realizamos la mantención al Data Center ubicado en el CEN La Reina: instalamos un nuevo equipamiento de comunicaciones para mejorar la disponibilidad de los servicios que se alojan en los servidores; e hicimos la mantención de las UPS (Fuente de Poder Ininterrumpible), relevante para la continuidad operacional del servicio computacional y para el mantenimiento preventivo a la infraestructura computacional.
- Atendimos y solucionamos 338 requerimientos ingresados a la Mesa de Ayuda.
- En Desarrollos informáticos, mediante los cuales optimizamos y apoyamos procesos y funciones institucionales, destacó el Módulo Sistema Salificaciones (SICAL2); la puesta en operación de la plataforma de Integridad institucional; y la plataforma de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales, para la gestión de tratados y convenios internacionales.
- Realizamos mejoras a los Sistemas de Gestión y Desarrollo de Personas, para permisos, feriados legales y horas compensatorias.
- Elaboramos la plataforma de Seguridad Nuclear y Radiológica.
- En relación al mantenimiento de aplicaciones informáticas, dimos soporte a 827 solicitudes.

AUDITORÍA

A través de esta área, nos ocupamos de proveer un servicio de aseguramiento y consulta, que nos permita cumplir nuestros objetivos, a partir de un enfoque sistémico y disciplinado. Lo anterior, mediante una constante evaluación y mejoramiento de la eficacia, eficiencia y economía de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno.

NUESTROS HITOS

- Incrementamos en un 39% nuestras actividades de aseguramiento, mediante acciones de auditoría, bajo objetivos gubernamentales, ministeriales e institucionales, finalizando el año con un 100% de cumplimiento.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- A nivel gubernamental y ministerial, las tareas de auditoría interna se abocaron a probidad administrativa, sistemas de control interno, proceso de gestión de riesgos, operaciones financiero – contables, sistemas de seguridad de la información, y requerimientos del Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno.

- En tanto, como parte del Plan Anual de Auditoría Interna, nos enfocamos en el aseguramiento de los procesos de mantenimiento y funcionamiento de reactores, administración de fondos de terceros, gestión física de instalaciones institucionales, y asignación y control de fondos globales de la comisión. Todo ello, en búsqueda de la efectividad y el mejoramiento continuo.

ADQUISICIONES Y GESTIÓN EFICIENTE DE ACTIVOS

NUESTROS HITOS

- Bajo la orientación de lograr el desempeño más eficiente posible en el uso de los recursos estatales, trabajamos en el fortalecimiento de nuestro sistema de adquisiciones, integrando, mediante un enfoque sistémico, las actividades y procesos de coordinación e información de compras, aplicando mejores prácticas y nuevas metodologías que ofrezcan mayor calidad, trazabilidad y visibilidad al proceso.

- Cumplimos en un 100% las metas asociadas a eficiencia energética, obteniendo un rendimiento promedio de 6,75 KW/h por m2. Para calcular el índice de eficiencia energética, se consideran 16668 m2 construidos en el CEN La Reina y 11002 m^2 en el CEN Lo Aguirre.

- Realizamos el cambio tecnológico de luminarias en el Centro Nuclear La Reina, reemplazando tubos fluorescentes T10 de 40W y T8 de 36W, por tubos LED de 18W. En total, se cambiaron 450 tubos y 16 campanas, pasando de una potencia instalada de 22.550W a 11.079W.

- Realizamos una campaña interna de eficiencia energética, para compartir con los funcionarios/as definiciones y recomendaciones sobre el buen uso de la energía.

EJECUCIÓN PRESUPUESTARIA

En 2020 se nos asignó un presupuesto de 13.644 millones de pesos, incluyendo los incentivos por metas de Desempeño Institucional comprometidas, las que fueron cumplidas en su valor máximo. De este monto, fuimos responsables de generar 3.724 millones de pesos, mediante la comercialización de productos y servicios. Nuestro presupuesto institucional se complementa con otros fondos provenientes de cooperación internacional. Nuestra ejecución presupuestaria alcanzó al 99,1% del presupuesto.

ACTIVIDADES DE CONTINUIDAD

- Realizamos compras por un monto aproximado de $1.850 millones de pesos, destacando:
  - → Reactivos, insumos y servicios para elaborar radioisótopos y radiofármacos: $485 millones de pesos.
  - → Equipamiento, servicios, insumos y reactivos para desarrollar aplicaciones nucleares: $440 millones de pesos.
  - → Mantención de instalaciones: $94 millones de pesos.
  - → Fuentes selladas de Co-60: $403 millones de pesos.
  - → Contrato servicio de operación y mantenimiento de estación del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares en Rapa Nui: $97 millones de pesos.

- En cuanto a Convenios de Desempeño Colectivo (CDC), casi todos nuestros equipos de trabajo obtuvieron un 100% de cumplimiento, asegurando un incremento en las remuneraciones del 100% del componente colectivo del incentivo.

Equipos de trabajo	Nº personas	% Cumplimiento metas
División de Seguridad Nuclear y Radiológica (DiSNR)		
Porcentaje reglamentos actualizados del Marco Normativo Nuclear	21	100%
Porcentaje fases cumplidas Plan de Mejora y Actualización de Procesos del DiSNR		
Porcentaje cumplimiento hitos del proyecto Mejoramiento de la Cultura de la Seguridad en Regulador		
Porcentaje cumplimiento hitos proyecto de Implementación del Sistema de Gestión del Regulador		
División de Producción y Servicios (DiPS)		
Tiempo promedio de entrega de informes dosimétricos	75	100%
Porcentaje cumplimiento hitos del Desarrollo de Control de Calidad para nuevo Radiofármaco (18F-PSMA)		
Porcentaje cumplimiento hitos del proyecto Implementación ISO-NCh-17025:2017 en la Sección de Caracterización		
Monto ingresos generados por Prestación de Servicios del DiPS		
División de Investigación y Aplicaciones Nucleares		
Porcentaje artículos aceptados en Revistas ISI y/o con Comité Editorial pertenecientes a primer y segundo cuartil	65	100%
Porcentaje cumplimiento hitos proyectos I+D según avance programado		
Porcentaje cumplimiento actividades del Plan de fabricación y suministro de elementos combustibles, cápsulas e irradiaciones		
Porcentaje implementación etapas del Plan I+D de ciencia y tecnología nuclear y radiológica en la CCHEN		
Porcentaje cumplimiento etapas del Plan de transferencia de resultados y productos de la I+D en el área nuclear, hacia los ámbitos público o privado		
Porcentaje cumplimiento etapas del Plan para desarrollo del área de combustibles para reactores, que la posicione, en el mediano o largo plazo, hacia la exportación		

División Corporativa		
Tiempo promedio de respuesta a solicitudes de calibración de detectores de protección radiológica solicitadas por usuarios externos	112	98,5%
Porcentaje cumplimiento hitos del proyecto DOC-CCHEN		
Porcentaje cumplimiento hitos del Anteproyecto de estudio de profactibilidad de suministro de agua potable en el Centro de Estudios Nucleares de Lo Aguirre		
Porcentaje acuerdos de niveles de servicios cumplidos en el año t		
División de Gestión y Desarrollo de Personas		
Porcentaje cumplimiento hitos del Plan de actualización perfiles de cargo	18	100%
Porcentaje cumplimiento hitos del Programa de medidas para mejoramiento del clima organizacional		
Porcentaje cumplimiento etapas del Programa de Gestión del Conocimiento		
Oficinas Asesoras y Dirección Ejecutiva		
Porcentaje proyectos presentados para evaluación social del Ministerio de Desarrollo Social y Familia	23	100%
Porcentaje cumplimiento hitos del Diseño programa de exposiciones itinerantes		
Porcentaje acciones cumplidas para Desarrollo institucional en el año t		
Porcentaje cumplimiento de hitos del Plan de Comunicaciones sobre materias de Auditoría y Control Interno		

Tabla 22: Compromisos de Desempeño Colectivo de la CCHEN en 2020.

*Cumplimiento parcial de la meta Cumplimientos de Acuerdos de Nivel de Servicio, debido a respuestas fuera de plazo a solicitudes del Departamento de Gestión Integral y Cobranzas.

- Cumplimiento de indicadores del Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) 2020.
  Alcanzamos un 100% de cumplimiento en 2020, obteniendo los máximos porcentajes establecidos: un 30% para el objetivo de Gestión Eficaz, 45% para el objetivo de Eficiencia Institucional, y un 25% para el objetivo de Calidad de los servicios proporcionados a los usuarios/ciudadanos.

  El resumen del cumplimiento para cada objetivo de gestión es el siguiente:
  → Objetivo 1 - Gestión Eficaz: los tres indicadores comprometidos se cumplieron.
  → Objetivo 2 - Eficiencia Institucional: los cinco indicadores comprometidos se cumplieron.
  → Objetivo 3 - Calidad de los servicios proporcionados a los usuarios/ciudadanos: los tres indicadores comprometidos se cumplieron.

  Obtuvimos un cumplimiento del 100%, asegurando un incremento de las remuneraciones del 100% del componente institucional del incentivo.

N° Correlativo	Marco	Indicador	Objetivo indicador	Medio de verificación	Meta 2020	Efectivo al 31/12/2020	% cumplimiento meta indicador
1	Objetivo 1: Gestión Eficaz	Cobertura de Fiscalización de año t	Mejorar el cumplimiento de la normativa vigente para generar cambios de conducta en un sector fiscalizado	Registro con el cumplimiento del Programa de Fiscalización. 102 inspecciones realizadas de 102 programadas	97,98%	100%	102,06%

2	Objetivo 1: Gestión Eficaz	Porcentaje instalaciones radiactivas de la categoría autorizadas respecto al total de instalaciones radiactivas de la categoría	Controlar el cumplimiento normativo de instalaciones	Registro con autorizaciones vigentes del universo de instalaciones supervisadas por CCHEN. 316 instalaciones autorizadas sobre universo de 316 instalaciones	100%	100%	100%
3	Objetivo 1: Gestión Eficaz	Porcentaje unidades / entidades fiscalizadas con hallazgos resueltos en año t	Mejorar el cumplimiento de la normativa vigente para generar cambios de conducta en un sector fiscalizado	Registro de hallazgos de fiscalización. 30 entidades con hallazgos resultos sobre total de 78 entidades con hallazgos detectados	Mide correcta-mente	38,46%	No aplica
4	Objetivo 2: Eficiencia Institucional	Índice de eficiencia energética	Contribuir al buen uso de la energía mediante reporte y monitoreo periódico de consumos energéticos del Servicio, procurando su disminución paulatina en función de las condiciones propias de cada institución	Registro de Consumos efectuados disponible en www.gestionaenergía.cl	Mide correcta-mente	82,46 kWh/m2	No Aplica
5	Objetivo 2: Eficiencia Institucional	Porcentaje aumento de montos finales de contratos de obra de infraestructura pública ejecutados en año t, respecto de montos iniciales establecidos en contratos en el año t	Aumentar eficiencia en el uso de recursos para obras de inversión	Registro de las obras con aumento de obras terminadas en el año 2020. En el año 2020 no se registraron aumentos de contratos de obra	Mide correcta-mente	0%	No aplica

6	Objetivo 2: Eficiencia Institucional	Porcentaje ejecución gasto subtítulos 22 y 29 en año t, respecto de presupuesto inicial de gasto subt 22 y 29 año t	Aumentar eficacia del gasto en bienes de consumo y equipos	Reporte financiero con la ejecución presupuestaria. El desempeño fue medido correctamente	Mide correcta-mente	85,15%	No aplica
7	Objetivo 2: Eficiencia Institucional	Porcentaje ejecución presupuestaria en diciembre del año t respecto a ejecución del gasto total del año t	Mejorar la eficacia y eficiencia en el gasto público	Reporte financiero con la ejecución presupuestaria. El gasto del mes de diciembre fue de 13,15% respecto del gasto total	15,00%	13,15%	114,07%
8	Objetivo 2: Eficiencia Institucional	Porcentaje licitaciones sin oferente en año t	Contar con procesos de compra participativos y eficientes	Reporte Dirección de Compras con registro de licitaciones sin oferentes	5,0%	1,6%	312,50%
9	Objetivo 3: Calidad servicios	Porcentaje reclamos respondidos respecto de los reclamos recibidos al año t	Mejorar la calidad de servicio que los ciudadanos reciben de las instituciones del Estado	Registro de reclamo, actuaciones, atenciones y productos (bienes y/o servicios) que Aplica para dar respuesta	100%	100%	100%
10	Objetivo 3: Calidad servicios	Porcentaje trámites digitalizados al año t respecto del total de trámites identificados en el Registro Nacional de Trámites vigente en el año t	Facilitar y simplificar el acceso a servicios y beneficios del Estado a ciudadanos y empresas, mediante el uso de tecnologías digitales, generando información consolidada y estandarizada sobre entrega servicios y beneficios del Estado	Informe de Cumplimiento generado por Plataforma web dispuesta por SEGPRES. Se digitalizaron 14 trámites sobre un total de 15 trámites registrados por CCHEN	93,33%	93,33%	100%
11	Objetivo 3: Calidad servicios	Tiempo promedio de trámites finalizados	Mejorar la calidad de servicio que los ciudadanos reciben de las instituciones del Estado	Base de datos con datos de trámites realizados por el servicio (entrega de informes de dosimetría)	3 días	1,62 días	185,19%

Tabla 23: Indicadores del Programa de Mejoramiento de la Gestión 2020.

SATISFACCIÓN DE USUARIOS

Realizamos la encuesta de satisfacción de clientes anual, que busca medir la percepción de nuestros usuarios respecto a un conjunto de atributos de calidad, que son parte de los productos y servicios que la CCHEN provee a sus usuarios.

Estos resultados son clave, y contienen información valiosa para generar un plan de mejora que permita mejorar aquellos procesos débiles en desempeño, como así también mantener y mejorar los atributos fuertes y distintivos de la Comisión.

De 445 clientes que recibieron la encuesta, 174 la respondieron (39%). En una escala de 1 a 7, donde 1 es la evaluación mínima y el 7, la máxima, la evaluación general promedió una nota de 6.26.

Las calificaciones obtenidas por cada uno de nuestros productos y servicios es el siguiente:

Proyecto	Nombre	2017	2018	2020
576	Ciclotrón	6,20	6,19	7,00
129	Radioisótopos y radiofármacos	6,25	6,26	6,52
163	PIM	6,40	6,48	6,27
119	Dosimetría	6,20	6,26	6,22
125	Gestión de Desechos	6,20	7,00	6,07
348	Irradiación Hemocomponentes	6,40	6,42	6,47
121	Análisis radiológico	5,52	4,94	6,26
124	Radiomedicina	5,9	6,05	6,22
120	Calibración	5,74	6,41	6,74
613	Autorizaciones y Licenciamiento	5,76	5,41	5,54

Tabla 24: Resultados por producto y servicio en encuesta de satisfacción.

VINCULACIÓN E INTERACCIÓN CON LA SOCIEDAD

DIVULGACIÓN Y EDUCACIÓN

- Reportamos 81 apariciones en prensa, en su mayoría sobre litio, aplicación de radiaciones en salud y atención de emergencias externas a la CCHEN.

- Fuimos invitados a diversas entrevistas, especialmente radiales, para conversar sobre nuestro rol en I+D, nuestro aporte a la medicina nuclear, rol de la mujer en lo nuclear, estaciones de monitoreo del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares, entre otros.

- Fuimos invitados por el programa *AllYouNeedIsLab* de la Radio Universidad de Santiago de Chile para realizar dos cápsulas radiales, sobre radiaciones, y fisión y fusión nuclear.

- En cuanto a nuestros canales de comunicación digital:

  → Publicamos 32 noticias en cchen.cl, sobre capital humano, seguridad nuclear y radiológica, emergencias, investigación, litio, salud, educación, materias internacionales, género, y asuntos corporativos. Recibimos 208.824 visitas.
  → Mediante nuestras publicaciones en redes sociales, alcanzamos 713.100 usuarios en Twitter, 189.172 en Facebook, 92.878 en Instagram, y 90.142 en LinkedIn. Esto, gracias a 813 publicaciones.
  → Enviamos nueve boletines, con información de nuestra Cuenta Pública, Aniversario Nº 56, infografías educativas invitaciones y convocatorias de diversa índole.

- En comunicaciones internas, enviamos 675 correos informando hitos institucionales, noticias, invitaciones, convocatorias, beneficios, saludos, campañas y concursos internos, entre otros.

- Elaboramos material de divulgación sobre el desarrollo de la energía nuclear, usos y aplicaciones de isótopos y radiaciones, y sobre la contribución de valor público de la CCHEN. Este material se compartió al público, a través de medios digitales, donde logramos un alcance de 3.517 personas. También se difundió en actividades virtuales, organizadas por el Programa Explora del Ministerio de Ciencia, y en instancias académicas nacionales e internacionales.

Foto 11: Infografías educativas sobre energía nuclear y radiaciones ionizantes.

- El cortometraje “Luciana y los Galletones Mágicos”, que desarrollamos junto a Planetario Chile de la Universidad de Santiago de Chile, fue visto por 12.756 personas en funciones diarias de Planetario, entre enero y marzo de 2020. También se difundió a través de TV Educa Chile, Stgo TV y se envió a 51 centros del SENAME, para familiarizar a niños, niñas y jóvenes con la ciencia.

Foto 12: afiche promocional de cortometraje desarrollado entre Planetario Chile y la CCHEN.

- En materia de educación, cabe destacar las siguientes actividades:

  → Integramos el equipo docente del primer curso “Nucleando”, realizado en forma virtual, para 40 profesores de física y química de Chile. También participaron especialistas y académicos del Foro Nuclear de España, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Agencia Boliviana de Energía Nuclear y de la Red Latinoamericana para la Educación y la Capacitación en Tecnología Nuclear (LANENT).
  → Realizamos una charla virtual sobre aplicaciones de la energía nuclear y las radiaciones ionizantes a alumnos del colegio San Juan Evangelista.
  → Integramos el comité de expertos de la Jornada de Exhibición de Proyectos de Educación para el Aula, realizado por el área de Educación de Fundación Anglo American.

- En cuanto a nuestra participación internacional:

  → Coordinamos la comunicación, a nivel regional, de un proyecto de cooperación técnica del OIEA denominado “Fortalecimiento de la seguridad alimentaria mediante esquemas eficientes de manejo de plagas Implementación de la técnica de insectos estériles como método de control”.
  → Actuamos como Representante Nacional de Comunicación de ARCAL en Chile. En ese marco, dimos apoyo mediante la publicación de cinco noticias en cchen.cl y 93 posteos en redes sociales.

ACCESO A LA INFORMACIÓN

- **Transparencia Pasiva**

  → **Cumplimiento de la Ley 20.285 - Transparencia en la Gestión Pública**
  Recibimos y respondimos 73 solicitudes de acceso a la información pública. El 95% de las solicitudes fueron respondidas en un plazo menor o igual a 15 días hábiles, por lo que dimos cumplimiento al compromiso institucional de responder al 80% de las solicitudes en el plazo indicado.

  → **Cumplimiento de la Ley 19.880 - Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC)**
  En 2020, 1.813 solicitudes fueron procesadas por el SIAC. De ellas, 1.619 fueron ingresadas a través de bibliotecas, 72 por medio del buzón virtual, 121 mediante correo electrónico y una vía teléfono.

MECANISMOS DE PARTICIPACIÓN

- **Participación Ciudadana**

  → **Consejo de la Sociedad Civil (COSOC)**

  Desde la perspectiva de la participación de la comunidad, nuestro COSOC reúne a organizaciones vecinales, de la academia, organizaciones gremiales y organizaciones medioambientales y de desarrollo, aportando a la CCHEN con la experiencia y conocimiento de sus ámbitos de acción.

  Las organizaciones que componen el actual COSOC son:

  - Organizaciones vecinales: Junta de vecinos 14 Reina Alta (La Reina), Junta de vecinos C-15 Santa Rosa de Apoquindo y Junta de vecinos C-5 Los Descubridores (Las Condes), Junta de vecinos Lomas de Lo Aguirre y Comité Operativo de Emergencia Rural (Pudahuel).
  - Academia: Universidad Bernardo O'Higgins, Pontificia Universidad Católica de Chile, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación (UMCE), Sociedad Chilena de Física (SOCHIFI).
  - Gremios: Colegio de Tecnólogos Médicos de Chile A.G., Colegio de Ingenieros de Chile A.G. y Sociedad de Física Médica Chilena (SOFIMECH).
  - Organizaciones medioambientales o de desarrollo: Centro de Información sobre Energía Nuclear de Chile (CIEN Chile), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS Chile) y Bomberos de Chile.

  El Consejo sesionó en dos oportunidades, donde abordó los siguientes temas:

  - Revisión de los contenidos de la Cuenta Pública correspondiente a la gestión 2019.
  - Presupuesto institucional del año 2021.

  → **Cuenta Pública Participativa**

  Se realizó en forma virtual, el 27 de mayo de 2020, ocasión en la que se publicó un documento en versión completa y otro resumido, ofreciéndose al público la posibilidad de interactuar con un equipo institucional de especialistas. Recogimos nueve consultas con un total de 15 preguntas, siendo algunas de ellas respondidas el mismo día. El documento consolidado con todas las respuestas se publicó en el sitio web CCHEN, en el plazo establecido para ello.

CIERRE

Damos término a la síntesis de las principales actividades realizadas por nuestra Institución en 2020, reafirmando nuestro compromiso de poner a disposición nuestra máxima entrega de valor público a la sociedad, a través del ejercicio responsable y eficiente de nuestras funciones, con dedicación, seguridad, calidad y alto desempeño, al servicio del país.

Como siempre, manifestamos toda la disposición a recibir sus consultas y sugerencias sobre nuestro quehacer, como asimismo, a atender sus solicitudes de colaboración en los ámbitos de nuestras competencias, que pudieren ser necesarias en diversas actividades que apunten al bienestar de las personas y al desarrollo del país. Esto es válido tanto si su desempeño es en el sector público como en el privado.

Comisión
Chilena de
Energía Nuclear

Ministerio de Energía

Gobierno de Chile