



Chile
en marcha

Memoria

2018

CChEN.

Índice

Introducción	4	Departamento de Estudios de Seguridad	73
División de Producción y Servicios	6	Departamento de Evaluación y Fiscalización	74
Departamento de Producción de Radiofármacos	7	Oficina de Control de Gestión	75
Departamento de Servicios de Caracterización e Irradiación	13	División Corporativa	76
Departamento de Servicios de Protección Radiológicas	23	Departamento de Protección Radiológica	77
Departamento Comercial	32	Departamento de Metrología Radiaciones Ionizantes	85
División de Investigación y Aplicaciones Nucleares	37	Departamento Gestión Integral	88
Departamento de Ciencias Nucleares	39	Oficina de Asesoría Jurídica	89
Departamento de Reactores de Investigación	51	Departamento de Administración Financiera	92
Departamento de Materiales Avanzados	53	Departamento Logístico	94
Departamento de Tecnologías Nucleares	58	Departamento de Ingeniería y Mantenimiento	96
Departamento Gestión de innovación y transferencias	68	Departamento de Tecnología de la Información y Comunicaciones	102
Fiscalización y Control	71	Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales	105
Ventas de Litio	71	Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (TPCE)	106
División de Seguridad Nuclear y Radiológica	72	Oficina Asesora de Eficiencia Energética	108

División de Gestión y Desarrollo de Personas	109
Departamento Administración de Personal	110
Departamento de Desarrollo Organizacional	111
Departamento de Bienestar y Calidad de Vida	112
Oficina Asesora de Prevención de Riesgos	113
Oficina Asesora de Comunicaciones Internas	115
Enfoque de Género	116
Oficina Asesora de Auditoría y Control Interno	117
Oficina Asesora de Planificación y Control de Gestión	120
Oficina Asesora de Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia	122
Oficina Asesora de Comunicación Corporativa	124
SIGLAS	131

Introducción

Un 16 de abril de 1964, bajo el gobierno del Presidente Jorge Alessandri, y de la mano del senador Eduardo Cruz-Coke, se creó la Comisión Nacional de Energía Nuclear, la que a partir de 1965, bajo la ley N° 16.319, pasó a denominarse Comisión Chilena de Energía Nuclear (CCHEN).

La Comisión es dirigida y administrada por un Consejo Directivo y un Director Ejecutivo, todos designados por S. E. el Presidente de la República. El Director Ejecutivo es seleccionado a través del Sistema de la Alta Dirección Pública. Durante el año 2018 se desempeñó como Director Ejecutivo el Sr. Patricio Aguilera Poblete hasta el 2 de noviembre de 2018, a partir del 8 de noviembre fue designado Director Ejecutivo (S), el Jefe de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica Sr. Mauricio Lichtemberg Villarroel.

Su objetivo es –y ha sido– fomentar y desarrollar la investigación, el conocimiento y la provisión de productos y servicios, en el ámbito de la energía, las radiaciones ionizantes, las tecnologías nucleares y afines; además de normar y fiscalizar su uso pacífico y seguro para la sociedad y el medio ambiente.

Asimismo, a través de monitoreo, vigilancia y calibración de equipos, se ocupa de brindar protección radiológica a las personas y al medio ambiente. En esa línea, también gestiona los desechos radiactivos que se generan en Chile y ofrece capacitación en el área radiológica.

Precisamente, dada la diversidad de tareas que ejecuta, su ámbito de acción impacta áreas como la salud, industria, minería, agricultura, alimentos y medio ambiente.

Siempre con miras a ofrecer mejores productos y servicios a la comunidad, la CCHEN lleva a cabo diversas iniciativas que apuntan a aumentar su productividad, disminuir los tiempos de espera y sobre todo, ofrecer más seguridad a sus trabajadores y al entorno.

Lo que respecta al aumento de su productividad, el año 2018 marcó un hito el comienzo de las operaciones del nuevo irradiador Noratom, un equipo reacondicionado a partir de fuentes de cobalto-60. Esto trajo consigo un

importante aumento de la capacidad actual del Laboratorio: si antes uno de los irradiadores tardaba cerca de tres minutos en irradiar un producto, hoy el Noratom lo hace en menos de medio minuto. A ello hay que sumar las mejoras en cuanto a su blindaje y diseño, que permiten que sea mucho más simple y seguro de operar por parte del personal.

Asimismo, considerando la necesidad de ampliar la cobertura a pacientes de la medicina nuclear en Chile, se desarrollaron dos proyectos. Uno de ellos para aumentar la capacidad del Ciclotrón y el otro, para implementar un nuevo Laboratorio de Radiofarmacia, lo que en conjunto permitirá duplicar la producción de 4 a 8 curie (Ci) de flúor 18-FDG, que hoy se distribuye en clínicas y hospitales para diagnosticar cáncer y otras patologías. Hoy son más de 300 pacientes que lo reciben a diario en Santiago y Regiones.

Desde el ámbito de la seguridad nuclear y radiológica, la CCHEN dio continuidad al proceso de actualización de normas y reglamentos en protección radiológica y física, transporte y gestión de desechos. En este sentido, fueron relevantes las misiones de experto que se realizaron en nuestro país, como la efectuada en enero de 2018, a través de la misión del Servicio Integrado de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRS), cuya finalidad fue revisar el marco regulatorio chileno para la seguridad nuclear y radiológica, y compararlo con la normativa del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA).

Siempre bajo el enfoque de seguridad, durante el último periodo se ha continuado fortaleciendo el trabajo realizado por la Comisión de Seguridad de Emergencias Radiológicas (Conser) y las capacidades del sistema nacional de protección civil y seguridad pública en el ámbito radiológico. En este escenario, la CCHEN consolidó su función, dado su rol como coordinador en la secretaría de la Conser.

En lo que respecta a su rol como entidad asesora en materias de nucleoelectricidad, y por mandato a través de la Política Energética 2050, durante el 2018 se continuó con el desarrollo del plan de estudios requeridos para el próximo proceso de revisión de dicha política.

Por otra parte, bajo su política de puertas abiertas, se desarrollaron diversas actividades en las que se invitó a la comunidad a visitar nuestras instalaciones. Se trata del Día del Patrimonio y del Día de la Ciencia. Pero, adicionalmente, recibimos delegaciones de estudiantes, instituciones, organizaciones a los centros de estudios nucleares, se ofrecieron charlas en establecimientos educacionales y se realizaron charlas abiertas al público sobre investigación y aplicaciones nucleares.

En el último trimestre del año, fue un hito relevante la presentación de la primera solicitud de patente de invención gestionada por la OTL Nuclear, de propiedad exclusiva de la CCHEN, ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), denominada “Medio de extracción que optimiza la producción de sales de litio”, que incluyó la colaboración de diversas unidades de la Comisión.

En lo que respecta a proyectos internos de la Comisión, cabe destacar que en 2018 -y en el marco de una política de eficiencia energética- se concretó un contrato con Enel Distribución S.A, con el cual se obtuvo un precio por energía de 58 USD/MWh, que reducirá en más de un 40% el precio de la energía que se obtenía con la tarifa regulada. Este contrato rige desde febrero de 2019.

Para finalizar, dado que las materias de género abarcaron parte importante de las conversaciones a nivel país, el Ministerio de Energía dio el puntapié inicial a su programa “Energía + Mujer”, en el que convocó a participar a representantes de las instituciones de su dependencias, con el fin de promover la inserción de la mujer en el mundo laboral, especialmente en el ámbito energético.

En esa línea, la Dirección Ejecutiva de la CCHEN designó a una representante de nuestra Institución para ser activa integrante de la Mesa de Trabajo público-privada y de la Mesa Ministerial de Género. Asimismo, parte esencial de sus funciones fueron trabajar coordinadamente en el proceso de actualización del Procedimiento de Denuncia y Sanción de

Maltrato y Acoso Laboral y Sexual.

En suma, todos estos proyectos e iniciativas conforman la actual Comisión Chilena de Energía Nuclear, Institución que este año celebra sus 55 años de vida, aportando a través de la investigación, conocimiento, productos y servicios, en el ámbito de la ciencia y tecnologías nucleares, a una mejor calidad de vida de Chile y sus habitantes.



Vista panorámica Centro de Estudios Nucleares La Reina.

División de Producción y Servicios

Responsable: Ernesto Correa Álvarez

Contacto: ernesto.correa@cchen.cl

Objetivo

El objetivo de esta División es asegurar la disponibilidad de productos y servicios basados en las demandas y necesidades que tenga la comunidad en las áreas de la salud, industria y alimentación, mediante las capacidades, conocimientos e infraestructura que posee la CCHEN.

Para lograr este propósito, cuenta con los departamentos de Producción de Radiofármacos, Servicios de Caracterización e Irradiaciones, Servicios de Protección Radiológica y Comercial.

Hitos 2018

- La meta de ingresos del departamento de producción de radiofármacos se cumplió en un 118% y para el caso de la meta de ingresos del Ciclotrón en un 125%.
- Se desarrollaron dos importantes proyectos: “Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para la provisión de radiofármacos a la red pública de salud” y “Aumento de capacidad de flúor 18-FDG”, con la finalidad de otorgar continuidad y seguridad al suministro de flúor 18-FDG a clínicas y hospitales. De igual manera, se registró un aumento de 46% en las dosis demandadas de flúor 18, respecto de 2017, siendo despachadas 4.884 dosis para igual número de pacientes, con un 99,1% de cumplimiento con los usuarios.
- En el período las consultas efectuadas en el ámbito de la satisfacción del cliente, arrojaron una mejora importante en los atributos de “calidad” y “confiabilidad” de los productos otorgados.
- Con la utilización de tecnología de reactor se vendieron 1137,1 Ci de 99mTc y 70,1 Ci de I-131. Comparado al 2017, hubo un crecimiento del 20% (99mTc) y 28% (I-131) para la actividad vendida.
- En 2018 se alcanzó un 36% más de ingresos por venta de kits liofil-

zados, respecto de 2017, y un 116% más respecto de 2016.

- Solicitud de patente en la técnica “Medio de extracción que optimiza la producción de sales de litio”, con motivo del proyecto Semilla I+D “Extracción de Magnesio y Boro con líquidos iónicos: un nuevo enfoque en la purificación de salmueras de litio”.
- En la Planta de Irradiación Multipropósito se procesaron 1838 toneladas de alimentos y 6998 cajas de materiales médicos quirúrgicos y afines. En el Laboratorio de irradiaciones se trataron productos sanguíneos, constituidos por 22.439 elementos de glóbulos rojos, 47.494 componentes plaquetarios y 7.182 concentrados plaquetarios.
- En el área de Servicios de Protección Radiológica, se atendió un total de 957 solicitudes provenientes de clientes externos, y 142 solicitudes de clientes internos, lo que representa un total de 1.099 solicitudes.
- En el área de Vigilancia Radiológica Individual, en 2018 se logró un tiempo de entrega de los informes dosimétricos de 2.6 días, gracias a mejoras implementadas en los procesos. En total se despacharon 4.078 informes dosimétricos, con 21.809 dosis analizadas.
- En el ámbito de la Gestión de Desechos Radiactivos, el volumen de desechos recibidos en 2018 fue de aproximadamente 5.5 m³, donde el 66% correspondió a clientes externos y un 34% provino de las aplicaciones, investigaciones y desarrollos de la CCHEN.
- Los ingresos de operación en 2018 totalizaron \$2.857 millones, equivalente a 114% de la meta propuesta de la División.

Departamento de Producción de Radiofármacos

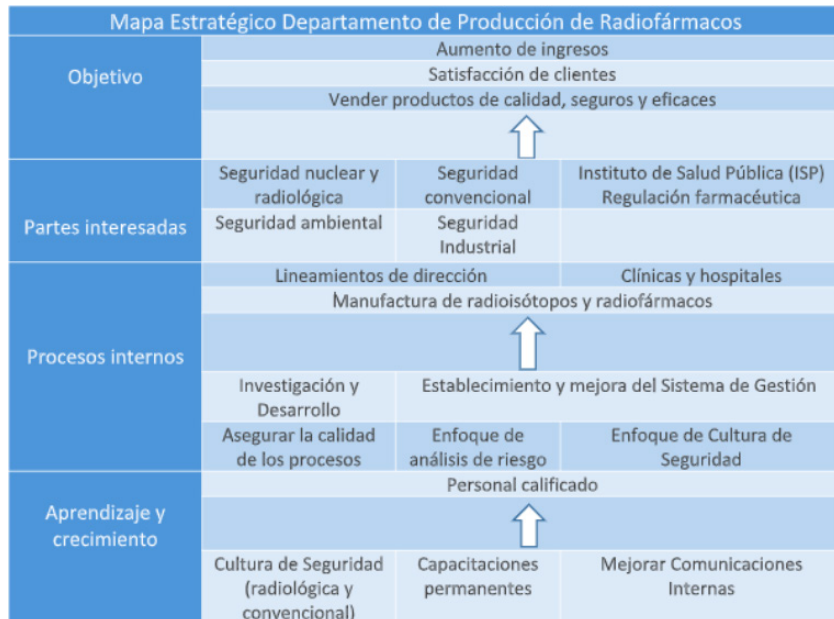
Responsable: Andrés Núñez Salinas
Contacto: andres.nunez@cchen.cl

Objetivo

El Departamento Producción de Radiofármacos organizó y ejecutó sus funciones y tareas a través de dos secciones:

- Sección Control de Calidad, tiene como función asegurar las especificaciones de producto terminado con destino a la medicina nuclear.
- Sección Producción, cuya finalidad es la manufactura de productos destinados a la medicina nuclear. Se subdivide en tres áreas: Radioisótopos de Reactor, Radioisótopos y Radiofármacos de Ciclotrón y el Área de Liofilizados o kits.

Los siguientes fueron los lineamientos del Departamento de Producción de Radiofármacos:



Hechos relevantes

- Metas del Departamento de Producción de Radiofármacos (DPR):

Nombre Departamento/Sección	Ingresos acumulados 2018	Meta 2018	Cumplimiento
Departamento de Radiofarmacia			
Producción RI&RF	603.000.000	509.000.000	118%
Ciclotrón	1.104.000.000	884.000.000	125%
Control de Calidad	1.000.000	4.000.000	-25%
Total	1.708.000.000	1.397.000.000	122%

Ingresos por centro de costo e ingreso total generado por el DPR en 2018.

- **Proyecto OIEA “Fortalecimiento y creación de capacidades tecnológicas para la provisión de radiofármacos a la red pública de salud” y “Aumento de capacidad de flúor 18-FDG”:**

El área Ciclotrón desarrolló este proyecto de Cooperación Técnica, en el periodo 2018/2019, para fortalecer la plataforma tecnológica del Ciclotrón y otorgar continuidad y seguridad al suministro de flúor 18-FDG a clínicas y hospitales. Para ello se reemplazaron sus componentes críticos y se actualizaron las habilidades y conocimientos de los funcionarios a cargo. Promueve las prioridades y necesidades del Marco Nacional del Programa del País (MPP) “Reducción de la morbilidad, la discapacidad y la mortalidad prematura por enfermedades crónicas no transmisibles” y el “Fortalecimiento del marco institucional del sector público”.

En ese marco, las capacitaciones realizadas en 2018 fueron:

1. El experto mexicano Miguel Ángel Ávila visitó el Ciclotrón para ofrecer una capacitación sobre aspectos de seguridad radiológica y protección al personal.
2. Funcionaria visitó el Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos, del Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares, en México.

3. Funcionario visitó el Centro Regional de Ciencias Nucleares del Noreste de la Comisión Nacional de Energía Nuclear, en Brasil.

En lo que respecta al proyecto “Aumento de Capacidad de flúor 18-FDG”, se implementó el nuevo Laboratorio de Radioquímica, considerando:

1. Habilitación del laboratorio, incluyendo la modificación del sistema de climatización y los módulos de trabajo (en construcción).
2. Habilitación de la celda de fraccionamiento.
3. Habilitación de las celdas Comecer (hoy 100% operativas).
4. Diseño e instalación de las líneas de transferencia de fluidos radiactivos (en construcción). Actividad financiada por la CCHEN.
5. Autorización de construcción por parte del DISNR (N° AC 002-078-140-A03).

Revisiones sectoriales:

1. SEA, pese a que el proyecto no necesita someterse obligatoriamente a Evaluación de Impacto Ambiental (según Resolución 0610/18).
2. ISP: proyecto cuenta con autorización de modificación de planta por parte del Instituto de Salud Público (Resolución N° 2598 del 08/05/18). Una vez terminado, se debe solicitar autorización de funcionamiento de la planta.

Satisfacción de clientes:

Los productos del Departamento de Producción de Radiofármacos destacaron por sus atributos de “calidad técnica” y “confiabilidad”. No obstante, se observó una baja evaluación en cuanto a variedad de nuevos productos, lo que se explica por no disponer de 18F-PSMA (por parte del Ciclotrón) ni cápsulas de yodo-131 (del Reactor), ambas de alta demanda. Sin embargo, sí se observó una mejora en aspectos de “calidad” y “confiabilidad”.

Atributos	DPR 2017	DPR 2018
Calidad técnica	6,60	6,9
Confiabilidad	6,60	6,9
Cumplimiento en plazos de entrega	6,45	6,2
Variedad	5,70	4,8

Disponibilidad	5,90	5,9
Proceso de compra	6,30	6,5
Promedio total	6,30	6,2

Calificaciones Depto. Producción de Radiofármacos (Evaluaciones de 1 a 7, donde 7 es la nota más alta).

Visita a clientes:

En 2018, se realizaron visitas a usuarios para conocer su opinión sobre el servicio que ofrece la CCHEN y levantar nuevos requerimientos. A continuación, un detalle de las visitas:

Nombre	Fecha	Contactos
Clínica Reñaca	26-01-2018	Claudia Rojas, jefa de Farmacia y Abastecimiento
Hospital Gustavo Fricke	26-01-2018	Dr. Claudio Opazo
Hospital Militar	20-03-2018	Dra. Josefina Jofré
Clínica Las Condes	23-03-2018	Dr. David Ladrón y Marcela Mass
Fundación Matter	28-03-2018	Rafael Laguillo, gerente general; Dra. Gilda Donoso; Valentina Ortiz, tecnóloga médica
Clínica Alemana	17-04-2018	Dr. Carlos Fuentes Chong
Instituto del Cáncer	10-05-2018	Andrés Pérez, tecnólogo médico coordinador; Dra. Daniela Gutiérrez, jefa Medicina Nuclear
Indisa	24-05-2018	Dr. Gabriel Lobos
Centro de Medicina Nuclear Viña del Mar	Junio-2018	Tecnólogo médico, Moisés Muñoz.
Hospital Dr. Gustavo Fricke	Junio-2018	Dr. Claudio Opazo
Clínica Reñaca	Junio-2018	Claudia Rojas, jefa de Farmacia y Abastecimiento
Clínica Las Condes	21-08-2018	Dr. Rodrigo Jaimovich y Felipe Rivera, tecnólogo médico

Resumen de visitas a clínicas y hospitales realizadas en 2018.

- **Desarrollo kits liofilizado etilen-cisteína (EC):**

Al alero del Concurso Semilla CCHEN 2017, se desarrolló la formulación del kit de liofilizado de etilen-cisteína (EC), utilizado en el diagnóstico de trastornos renales, sobre todo en niños, dada la baja dosis en relación a otros fármacos del mismo uso. Así, este proyecto contempló el desarrollo de un método productivo y la determinación de las posibles variables críticas que puedan afectar su calidad.

Para continuar su desarrollo y futura comercialización, se deben realizar pruebas preclínicas in vivo que demuestren que su acción biológica ocurre en las zonas de interés, con el fin de suministrar un fármaco seguro, eficaz y de calidad, en el eventual caso de realizar pruebas a nivel clínico. Para esto se trabajó junto al Laboratorios Bioterio de la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares, y a los laboratorios de Control de Calidad y de Liofilizados de la División de Producción y Servicios de la CChEN.

En 2018 se realizó un estudio de comparación de biodistribución del EC-CChEN, EC-comercial (importado) y EC marcado en condiciones adversas, codificado como EC-GCH (acrónimo de Glucoheptonato, producto intermediario del proceso de marcación). Las tres marcaciones se realizaron en ratones de la cepa CF1 (modelo biológico), y el tiempo de estudio de cada biodistribución fue de 15, 30, 60 y 90 minutos.

Considerando que en el modelo biológico utilizado la excreción del material radiactivo en orina y vejiga es alta, se observó una metabolización preferente del EC-CChEN y el EC-comercial en riñones durante el tiempo de 60 minutos. Este resultado se considera satisfactorio, dado que es el comportamiento esperado para el fármaco, incluyendo un leve porcentaje mayor de metabolización del producto CChEN por sobre el importado.

Por otro lado, la experiencia de marcación del grupo de EC-GCH resultó en una metabolización preferente en el estómago. Lo anterior se trata de un comportamiento típico del ^{99m}Tc sin una molécula vehículo como es el caso del EC, conclusión que además está alineada por los resultados de cromatografía en papel obtenidas con comportamiento similar al ^{99m}Tc .

Líneas de acción futuras:

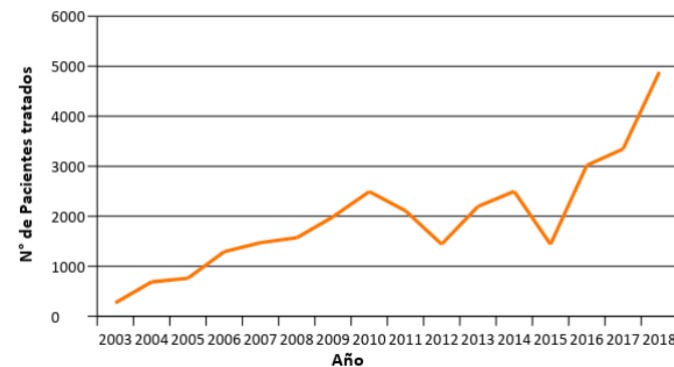
Tras este estudio, es necesario desarrollar ensayos que aseguren la calidad microbiológica del producto (ensayos de esterilidad y endotoxinas), para entregar un producto seguro. Simultáneamente, se requiere un estudio de estabilidad post marcación. Ambas actividades se deben realizar en las dependencias del Laboratorio Control de Calidad.

Sección Producción:

El aumento de la dosis de flúor 18-FDG, en relación al 2017, fue de un 46%.

Año	Nº pacientes tratados
2003	267
2004	688
2005	759
2006	1290
2007	1471
2008	1570
2009	1988
2010	2492
2011	2108
2012	1442
2013	2198
2014	2497
2015	1441
2016	3018
2017	3347
2018	4884

Nº de Pacientes tratados



Demanda estimada en N° pacientes de 18-FDG.

- Durante el 2018 se solicitaron 4927 dosis, de las cuales se enviaron 4884, lo que representa un 99.1% de cumplimiento con nuestros usuarios.
- En 2018 el presupuesto asignado para las operaciones de rutina y mantenimiento en el Área de Ciclotrón fue de \$211.984.000.
- Para satisfacer el aumento de demanda del radiofármaco flúor 18-FDG, se ejecutaron obras de remodelación de laboratorios y se calificaron nuevas celdas comerciales de producción, en el marco del proyecto “Aumento de capacidad del Ciclotrón”.
- Se actualizaron los componentes del proceso de actualización del Ciclotrón.
- En materia de seguridad, se implementaron sistemas de enclavamiento de la celda de producción y señales luminosas para indicar funcionamiento del Ciclotrón y transferencia de flúor-18.
- Se incorporaron blindajes para labores de producción y mantenimiento en Ciclotrón.
- Dos integrantes del Área Ciclotrón poseen licencia de Oficial de Protección Radiológica (OPR).
- Se avanzó en la documentación requerida para la implementación de Buenas Prácticas de Manufactura, y se realizó una autoinspección de producto, lo que se tradujo en mejoras en la Planilla de Fabricación de flúor 18-FDG.

En cuanto a capacitaciones:

1. Funcionario participó en “Entrenamiento en mantención avanzada de ciclotrones”. Septiembre, Bélgica.
2. Dos funcionarios participaron en el curso “Herramientas estadísticas de las mediciones”. Agosto.
3. Dos funcionarios participaron en el curso “Acciones de Protección Pública para Emergencias Nucleares”, del OIEA. Octubre, CCHEN.
4. Funcionaria participó en reunión regional sobre “Enfoque del Marco Lógico y Diseño de Proyectos Nacionales de Cooperación Técnica”, organizada por el OIEA. Noviembre, Chile.

5. Funcionaria asistió a “Curso de inspectores de seguridad en fuentes radiactivas”, realizado por SANDIA National Laboratories y gestionado por DISNR de la CCHEN. Septiembre, Chile.

Área de Radioisótopos de Reactor:

Se realizaron 101 solicitudes de irradiación de blancos para producir tecnecio y yodo en reactor RECH-1, con un total de 914 cápsulas de aluminio, de las cuales 822 son de MoO₃ y 92 cápsulas de TeO₂ para producción de 99mTc y 131I, respectivamente. En comparación al 2017, incrementó en un 55% el N° de Irradiaciones y 34% y 53%, en relación al N° de cápsulas que contienen MoO₃ y TeO₂.

Ingreso a RECH-1	Año	
	2017	2018
N° Irradiaciones	65	101
Cápsula MoO ₃	615	822
Cápsula TeO ₂	60	92

Cantidad de cápsulas procesadas.

- Con la utilización de tecnología de reactor se vendieron 1137,1 Ci de 99mTc y 70,1 Ci de I-131. Comparado al 2017, hubo un crecimiento del 20% (99mTc) y 28% (I-131) para la actividad vendida. En la siguiente tabla se grafica lo vendido históricamente.

Radioisótopo	Año					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
99mTc	720.992	800.101	778.371	877.500	940.300	1.137.100
131I	89.088	66.896	47.523	50.100	54.900	70.100
153Sm	28.000	38.500	84.000	0	0	0

Venta histórica de radioisótopos en mCi.

Crecimiento anual 99mTc.

Crecimiento anual 131I.

- Se realizaron 301 producciones en 2018, de las cuales 242 fueron de 99mTc, y 59 de I-131. En la siguiente tabla se compara con el año 2017:

N° Producción	Año	
	2017	2018
99mTc	237	242
131I	51	59
Total	288	301

Total de producciones realizadas en 2017 y 2018.

- En comparación al 2017, se aprecia un crecimiento en N° de producciones de un 2% para el caso de 99mTc y un 16% para el I-131.
- En 2018, los procesos de producción de 99mTc e I-131 se sometieron a auditorías por parte de la Oficina de Gestión de Calidad ISO 9001:2015.

Mejoras en la unidad:

- Se realizó el primer simulacro de emergencia para el Laboratorio de Radioquímica de Lo Aguirre.
- Se realizaron pruebas con el RECH-1 para la irradiación de blancos tres veces a la semana.
- Se realizaron pruebas de comisionamiento para la celda N°5 (producción de cápsulas I-131).
- Se implementó equipo fraccionador de cápsulas de gelatina en la celda N°4.
- Se dio cumplimiento al Decreto N°12 (Reglamento para el Transporte Seguro de Materiales Radiactivos). Se realizaron ensayos mecánicos de aspersión de agua lluvia, caída libre sobre vértice, apilamiento, penetración y caída libre desde 9m de bultos Tipo A BP1, BP2 y BP3, utilizados para el transporte de material radiactivo Tc99m y I-131. En ese marco, DSNR entregó al Departamento de Producción de Radiofármacos la Adenda N° TA 142-029-006-A01.

Personal y desarrollo de capacidades humanas:

- Funcionario asiste a curso de Investigación y Desarrollo de Nuevos Radiofármacos en Instituto Nacional de Investigaciones Nuclear (ININ).

Septiembre-octubre, México.

- Dos funcionarios participan en el Curso PMG “Herramientas de Diseño e Interpretación Estadística de las Mediciones”. Agosto, CCHEN.

Área de Liofilizados/kits:

- El área de liofilizados cumple la función de producir ocho kits para marcación con 99mTc. Estos son: MDP, MIBI, DMSA, ECD, DTPA, COLOIDE-S, FITATO y GR in vivo. El gráfico N°5 compara el número de frascos vendidos por cada producto en 2016, 2017 y 2018.
- En 2018 se alcanzó un ingreso por venta de kits liofilizados de \$126.730.638, un 36% más que en 2017, y un 116% más respecto a 2016. Esto se debió principalmente a la venta de MIBI y MDP. En tanto, el aumento de ingresos por venta de ECD, comparado entre 2017 y 2018, se debió al aumento de precio de este producto.

Producto	Ingreso 2016 (\$)	Ingreso 2017 (\$)	Ingreso 2018 (\$)
MDP	8.923.764	15.353.363	28.888.550
MIBI	37.015.184	58.777.200	72.951.180
DMSA	2.887.613	5.671.871	7.750.946
ECD	8.271.765	10.478.811	14.025.416
DTPA	402.227	925.152	700.401
COLOIDE-S	446.209	470.780	1.029.424
FITATO	289.386	188.100	377.454
GR IN VIVO	345.436	656.317	1.007.266
Total	\$58.581.584	\$92.521.594	\$126.730.638

Comparación de ingresos por kits/liofilizados.

- Como se aprecia en el gráfico, el MIBI representa el 57,6% de los ingresos percibidos en 2018 en el Área Liofilizados. Se mantuvo la tendencia de que el 98% de los ingresos se logró por la venta de MIBI, MDP, ECD y DMSA.
- De las 53 partidas producidas entre enero y diciembre de 2018, 52 cumplieron con todos los ensayos de control de calidad aprobados.

El aumento del N° de procesos productivos respecto al 2017 fue de 32,5%, correspondiente a 13 procesos.

- Se respondió oportunamente a 298 de 299 solicitudes de pedidos, abasteciendo un total de 23 clientes, entre hospitales, clínicas y laboratorios clínicos, 19 de ellos en Santiago y cuatro en regiones.
- Se abasteció al Área de Producción de 18 partidas de envases estériles para los procesos de producción de Tc-99m y I-131.
- El presupuesto asignado a operación y mantenimiento en el Área Liofilizados fue de \$22.000.000 (en 2017 fue de \$20.000.000).
- Se invirtió en un equipo para monitoreo microbiológico en aire, una selladora eléctrica de viales y un medidor de pH y conductividad, por un monto total de \$9.700.000, aproximadamente.
- Como requisito normativo, desde enero de 2018, se apuntan las producciones de kits en un “Registro general de productos Área Liofilizados”.
- Desde agosto de 2018 se utilizan nuevas planillas de producción de juegos de reactivos, implicando mejoras en la trazabilidad y control del proceso de producción.

Personal y desarrollo de capacidades humanas:

1. Funcionaria participó en curso regional de “Investigación y Desarrollo de Nuevos Radiofármacos”, en ININ. Septiembre y octubre, México.
2. Funcionaria asistió a curso “Herramientas de Diseño e Interpretación Estadística de las Mediciones”. Chile, Agosto.

Sección Control de Calidad:

- Las operaciones del Laboratorio de Control de Calidad se desarrollaron bajo estándares normativos ISO 9001:2015 e ISO 17025.
- En 2018, se realizaron 1.367 ensayos de control de calidad a productos producidos en la CCHEN, según la siguiente distribución: 242 ensayos de 99mTc, 59 de I-131, 309 de 18-FDG, 160 a compuestos liofilizados y 597 análisis a reactivos e insumos a utilizar en manufactura.
- Se realizaron ocho servicios de análisis de biodistribución para el sector privado. Ello, comparado con el año 2017, representó un aumento de un 15,6% para 99mTc, 2,3% para 18-FDG; 15,6% para I-131 y 101% para reactivos e insumos a utilizar en manufactura. Este último aumento

se debió al ingreso a análisis rutinario de esterilidad del 18-FDG, que en años anteriores se realizaba a dos partidas semanales.

- Por otra parte, se actualizaron 11 procedimientos y sus formularios asociados, bajo la Norma ISO 9001:2015.

En cuanto a capacitación internacional:

1. Funcionario participó en capacitación “Análisis de esterilidad de muestras de 18F-FDG con no más de 24 horas desde su manufactura, bajo normas de buenas prácticas”, Centro Regional de Ciencias Nucleares, Brasil. Septiembre.
2. Funcionario obtuvo beca para curso “Investigación y desarrollo de nuevos radiofármacos”. México, septiembre y octubre.

En lo que respecta a capacitación nacional:

1. Funcionario participó en capacitación “Interpretación, Análisis, Norma ISO 9001:2015 Sistema Gestión de Calidad”. Marzo.
2. Funcionarios asistieron a capacitación “Herramientas de Diseño e Interpretación Estadística de las Mediciones”. Agosto.
3. Funcionarios participaron en la capacitación “Validación métodos microbiológicos, farmacopeicos y no farmacopeicos”. Diciembre.



Vista del ciclotrón ubicado en el Centro de Estudios Nucleares La Reina.

Departamento de Servicios de Caracterización e Irradiación

Responsable: Manuel Escudero Vargas
Contacto: manuel.escudero@cchen.cl

Objetivo

Su objetivo es entregar servicios oportunos y de calidad en las áreas de Caracterización Química y Caracterización Física, como también entregar servicios de Irradiación a través de la Planta de Irradiación Multipropósito y del Laboratorio de Irradiadores Experimentales, cubriendo un amplio espectro que incluye la irradiación de materiales médicos quirúrgicos, alimentos, productos sanguíneos y no sanguíneos, especias y materias primas.

El Departamento es compuesto por la Sección Irradiaciones y la Sección Caracterización. Esta última, a su vez, integrada el Laboratorio de Análisis Químico (LAQ) y el Laboratorio de Caracterización Física (LCF).

Hitos principales

Sección de Caracterización:

- El Laboratorio de Caracterización Química prestó servicios analíticos a distintos proyectos internos de la CCHEN:

Departamento CCHEN	N° proyecto	Encargado(a) de proyecto
Departamento Materiales Avanzados	671	Pedro Orrego
	694	Pedro Orrego
	420	Jaime Lisboa
	680	Julio Urzúa
	703	Julio Urzúa
Departamento de Caracterización e Irradiaciones	130	Sebastián Olave
	163	Jorge Gamarra
Departamento de Técnicas Nucleares	531	Luis Muñoz
Departamento Reactores de Investigación	617	Renzo Crispieri
Departamento de Prevención de Riesgos	153	Marcela Sánchez
Departamento Servicios de Protección Radiológica	125	Marcelo Mendoza

Clientes internos del LCQ durante el año 2018.

- En lo que respecta a proyectos externos, cabe mencionar a:
 - Enami Paipote: solicitó análisis de Material Particulado Sedimentable (MPS) en pozos, de la fundición Hernán González Videla. Mensualmente, se recibe una solicitud de trabajo con tres muestras.
 - ELOISA SPA, Extracción, Producción y Exportación de Yodo y Nitratos: solicitó análisis de muestras de polvo de Caliche por los siguientes analitos: Sc, Yb, Lu, Th, V, Co, Ni, Ce, La, Y, Rb, U, Tb, Eu, In y Ga.
 - Trazado Nuclear e Ingeniería Ltda.: solicitó análisis de muestras de relave para la determinación de Na.
- Las técnicas utilizadas fueron las siguientes: Espectrometría de Emisión de Plasma Inductivamente Acoplado (ICP), Espectrometría de Absorción Atómica (EAA), Espectrofotometría de Absorción Molecular (EAM), Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC), Técnicas potenciométricas: Electrodo Ion Específico (ISE), Nefelometría (NEF), Técnicas Químicas Clásicas: Volumetría, Gravimetría y Digestión, Chancado y molienda de minerales.
- Por su parte, el Laboratorio de Caracterización Física prestó los siguientes servicios internos en 2018:

Departamento CCHEN	N° proyecto	Encargado(a) de proyecto
Departamento Materiales Avanzados	677	Luis Olivares
Departamento de Caracterización e Irradiaciones	130	Sebastián Olave
USACH – CCHEN N° 1150268	Fondecyt	Jaime Lisboa

Solicitudes de clientes internos llegadas al LCF.

- En tanto, los servicios externos que prestó corresponden a Fav-Abbott, Centrovet y The not company.
- Las técnicas utilizadas fueron: Distribución y Tamaño de Partículas (TP), Picnómetro de Helio (PyHe) y Gravimetría.
- A nivel nacional, destacó la participación de la Sección de Caracteri-

zación en los siguientes ámbitos:

1. Participación de Stephanie Neira y Manuel Escudero como co-autores en la Solicitud de patente (PCT/CL2018/050086 - CCHEN-0001) “Medio de extracción que optimiza la producción de sales de litio”, como investigadores de apoyo del doctor en Química, Julio Urzúa, a cargo del proyecto Semilla I+D “Extracción de Magnesio y Boro con líquidos iónicos: un nuevo enfoque en la purificación de salmueras de litio”.
2. Participación de Manuel Escudero como contraparte técnica de la CCHEN en el convenio INN-CCHEN, para la creación de tres normas chilenas para la caracterización química de Salmueras. Funcionario Juan Villalobos participó en el Comité Técnico de INN en el estudio de los proyectos de normas:
 - prNCH 3345 Salmueras: determinación de boro mediante titulación ácido base.
 - prNCH 3349 Salmueras: determinación de metales alcalinos mediante EAA.
 - prNCH 3358 Salmueras: determinación de Sulfato mediante Turbidimetría.

En 2018, el Doctor en Química, Julio Urzúa, continuó desarrollando su investigación en el Laboratorio de Caracterización Química de la Sección de Caracterización.

Estudiante de la Universidad Federico Santa María, Sebastián Mora, realizó su memoria de título “Evaluación de las propiedades termodinámicas de mezclas de líquidos iónicos como fluido térmico en plantas de almacenamiento de energía solar de potencia”, disponible en la Biblioteca de la CCHEN.

Stephanie Neira, Manuel Escudero y Julio Urzúa desarrollaron proyecto semilla “Extracción de Magnesio y Boro con líquidos iónicos: un nuevo enfoque en la purificación de salmueras de Litio”. Mediante el uso de un nuevo medio de extracción es posible lograr una optimización de dicho proceso, eliminando todos los iones distintos de litio considerados como impurezas para dar lugar a una salmuera con contenido de litio libre. Esta optimización, que permitiría aumentar el rendimiento actual de extracción de un 40% a un 80%, fue protegida por una solicitud de patente

internacional (PCT). También se recibió apoyo por parte de estudiante en práctica, Jason Treufo (Universidad de Concepción), para el análisis de salmueras de los ensayos, mediante la técnica de Espectroscopia de Absorción Atómica en el análisis de los iones Na, Ca, K, Mg y Li.

La Sección de Caracterización fue contraparte técnica en el convenio tripartito CORFO, Aduanas y CCHEN para implementar y validar técnicas analíticas en los Laboratorios de Aduanas y CCHEN en 2018.

Se validaron metodologías para la determinación de alcalinos (Na, K, Ca y Mg) en muestras de carbonato de litio por Espectroscopia de Absorción Atómica.

Se validó metodología para determinar impurezas en compuestos de Li_2CO_3 por Espectrometría de Emisión de Plasma Inductivamente Acoplado (ICP), determinando Cu, Fe, Ni, Pb, Cr, Mn, Cd y Zn.

Se validó metodología para determinar pureza de Li_2CO_3 por técnica volumétrica.

- **En el ámbito internacional**, el Laboratorio de Caracterización participó en rondas de Intercomparación, asegurando el buen desempeño de las metodologías, técnicas analíticas y competencias del personal de la Sección. Algunas de las rondas fueron:
 1. El LCQ participó en el 58° y 59° Programa Anual de Ensayos de Aptitud Interlaboratorios de la World Meteorological Organization (WMO), para determinar cationes y aniones en muestras sintéticas de lluvias ácidas.
 2. Participo en la 36° intercomparación European Monitoring and Evaluation Programme (EMEP) para determinar metales pesados en muestras de aguas lluvia.
 3. Participó en la 1° ronda de intercomparación para la caracterización química de carbonato de litio, organizado por la empresa INTEM.
- En la siguiente tabla se presentan las órdenes de trabajo generadas, el N° de muestras ingresadas al Laboratorio y el N° de determinaciones realizadas en 2018, provenientes de clientes internos, externos y ensayos de aptitud:

Servicio	Órdenes de trabajo	Muestras	%	N° Determinaciones	%
Interno	434	2076	96,9	6685	92,2
Externo	15	52	2,4	436	6,0
Ensayos de aptitud	4	14	0,7	129	1,8
TOTAL	453	2142	100	7250	100

Resumen órdenes de trabajo, N° de muestras y de determinaciones realizadas en 2018.

- A continuación, se muestra el detalle de clientes internos y externos que en 2018 solicitaron los servicios del Laboratorio de Caracterización Química, además de los ensayos de aptitud en los cuales participó:

Clientes	Órdenes de trabajo
Proyecto 153	205
Proyecto 125	3
Proyecto 671	10
Proyecto 694	1
Proyecto 163	162
Proyecto 130	7
Proyecto 680	6
Proyecto 703	19
Proyecto 617	17
Proyecto 420	3
Proyecto 531	1
Ensayos	4
Externos	15
Total	453

Órdenes de trabajo (clientes internos, externos y participación en ensayos de aptitud).

Representación gráfica de lo detallado en la Tabla N° 4.

- El mayor número de órdenes de trabajo proviene del proyecto 153, generado por el control de Cloro y Turbidez que a diario se analiza en muestras de agua de diferentes puntos de muestro del Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre. Le sigue la orden de trabajo del proyecto 163 de la Sección Irradiaciones, que implica el envío diario de dosímetros utilizados para certificar la dosis con la cual se irradian los productos.
- Las órdenes de trabajo generadas por proyecto, consideran una cierta cantidad variable de muestras, como también, un número diverso de analitos a cuantificar, lo que implica un variado número de determinaciones o de análisis realizados por cada una de las órdenes de trabajo. A continuación, se detalla el N° de muestras ingresadas y N° de determinaciones realizadas:

Clientes	N° muestras
Proyecto 153	807
Proyecto 125	47
Proyecto 671	191
Proyecto 694	22
Proyecto 163	622
Proyecto 130	161
Proyecto 680	35
Proyecto 703	151
Proyecto 617	30
Proyecto 420	8
Proyecto 531	2
Ensayos	14
Externos	52
Total	2142

Muestras ingresadas al LCQ



Representación gráfica de lo detallado en la Tabla N° 11.

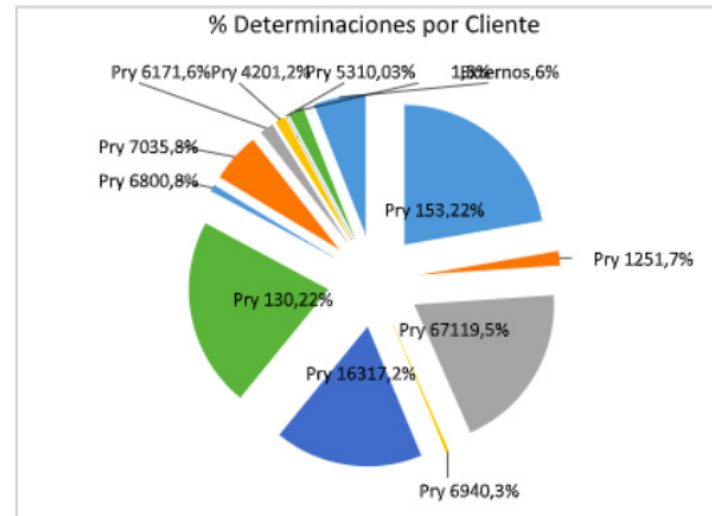
Ensayos	129	1,8
Externos	436	6,0
Total	7250	100,0

Determinaciones realizadas a solicitud de clientes internos, externos y participación en ensayos de aptitud.



Representación gráfica de lo detallado en la Tabla N° 6.

	N° determinaciones	% determinaciones
Proyecto 153	1614	22,3
Proyecto 125	121	1,7
Proyecto 671	1413	19,5
Proyecto 694	22	0,3
Proyecto 163	1244	17,2
Proyecto 130	1594	22,0
Proyecto 680	56	0,8
Proyecto 703	418	5,8
Proyecto 617	113	1,6
Proyecto 420	88	1,2
Proyecto 531	2	0,03

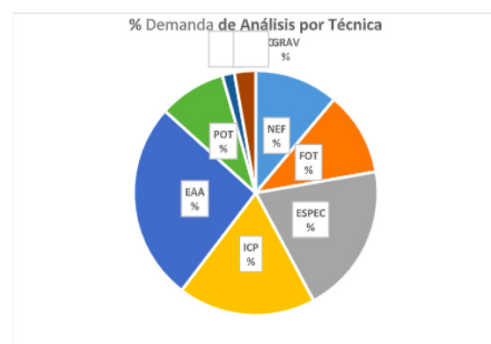


Representación en forma porcentual, de las determinaciones.

A continuación, se grafica la demanda de análisis por técnica:

	N° determinaciones	% determinaciones
Técnica		
FOT	807	11.1
NEF	807	11.1
ESPEC	1442	19.9
ICP-OES	1317	18.2
EAA	1910	26.3
POT	647	8.9
HPLC	117	1.6
GRAV	203	2.8
Total	7250	100,0

FOT: Fotómetro (11.1%)
 NEF: Nefelómetro (11.1%)
 ESPEC: Espectrofotometría (19.9%)
 ICP-OES: Espectroscopia de Plasma Acoplado Inductivamente (17,4 %)
 EAA: Espectrofotometría de Absorción Atómica (45.9 %)
 POT: Técnicas potenciométricas (pH, Volumetría, Conductividad) (15,5 %)
 HPLC: Cromatografía Líquida de Alta Resolución (10,6 %)
 GRAV: Técnicas Gravimétricas (1,9 %)

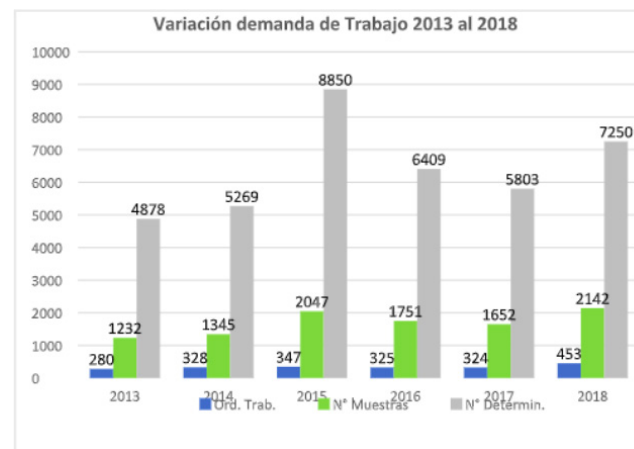


Representación en forma porcentual, de la demanda de análisis por técnica.

- En la siguiente tabla se presenta la variabilidad de las órdenes de trabajo, N° de muestras y de determinaciones, entre el 2013 y 2018:

Parámetro	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Órdenes de trabajo	280	328	347	325	324	458
N° muestras ingresadas	1232	1645	2047	1751	1652	2142
N° determinaciones	4878	5269	8850	6409	5803	7250

Órdenes de Trabajo, N° de muestras y determinaciones, de 2013 a 2018.



N° de muestras y determinaciones de 2013 a 2018.

Se registró un aumento en 2018 en las órdenes de trabajo generadas, con respecto a años anteriores, del orden de un 39,8%, debido al servicio que se provee a la Sección de Irradiaciones en la lectura de dosímetros y cálculo de dosis.

Proyectos:

Funcionaria participó como asesora científica en las pasantías escolares del PAR Explora RM Norte, colaborando en la investigación científica rea-

lizada por los estudiantes del colegio Emprende Larapinta. Se tomaron muestras de sedimentos y agua en el humedal de Batuco, para ser analizados en el Laboratorio de Caracterización Química y así aportar datos para la investigación de los estudiantes. Entre abril y septiembre de 2018.

- En tanto, en la siguiente tabla se grafican las órdenes de trabajo, el N° de muestras ingresadas y el N° de determinaciones realizadas en 2018 por parte del Laboratorio de Caracterización Física (LCF):

Servicio	Órdenes de trabajo	Muestras	%	N° Determinaciones	%
Interno	12	168	91.3	986	86.0
Externo	4	16	8.7	160	14.0
Total	16	184	100	1146	100

N° de muestras y determinaciones realizadas a clientes internos y externos.

- A continuación, se grafica el porcentaje de muestras por cliente, analizadas en el LCF, tanto de tipo Interno como externo durante el año 2018.



Representación porcentual de muestras por cliente (internos y externos).

- El mayor porcentaje de muestras provino del proyecto 130, dado el envío de varias partidas de muestras de Li_2CO_3 que debió analizar por Distribución de Tamaño de Partículas (TP) y determinación de humedad por técnica gravimétrica (GRAV).



Porcentaje de determinaciones en muestras de clientes internos y externos.

- Las técnicas con que cuenta el LCF para dar servicio son las siguientes:
 - Distribución y Tamaño de Partículas (TP)
 - Picnómetro de Helio (PyHe)
 - Gravimetría (GRAV)
- A continuación, se grafican las técnicas que tuvieron mayor demanda en 2018:



Representación en forma porcentual, de la demanda de análisis por técnica.

- En la siguiente tabla, se presenta la variabilidad de las órdenes de trabajo, N° de muestras y de determinaciones entre el 2016 y 2018.

Parámetro	2016	2017	2018
Órdenes de trabajo	-	-	16
N° muestras ingresadas	119	211	184
N° determinaciones	1028	2023	1146

Variación de la carga de trabajo entre 2016 y 2018.

Iniciativas de mejoramiento de gestión relevantes:

- El Laboratorio de Caracterización Física se ha estado incorporando al Sistema de Gestión de Calidad. A fines de 2018, la técnica de Distribución de Tamaño de Partículas fue sometida a una auditoría interna bajo la NCh17025.
- Entre octubre y diciembre de 2018, la alumna Cindy Llanos, de Ingeniería Química Ambiental de la Universidad de Chile, desarrolló su memoria “Gestión de las soluciones de desecho generadas en el laboratorio de caracterización química”, bajo la guía del funcionario Sebastián Olave. A su término, se logró la caracterización química de una cantidad importante de los desechos líquidos.
- Las instalaciones de ambos laboratorios fueron clasificados de primera categoría, por lo que en abril de 2018 se generó la documentación para obtener la respectiva autorización. De igual manera, se realizó el trámite de autorización especial para todo el personal de la Sección de Caracterización para trabajar en instalaciones radiactivas.
- Para mejorar la gestión en la lectura de dosímetro y generar la información para realizar el Certificado de Irradiación, el Laboratorio de Caracterización Química realizó desde abril la lectura dosimétrica de los dosímetros que son procesados junto a otros productos para determinar la dosis recibida.

En cuanto a la capacitación recibida:

- Dos funcionarios participaron en Nch-17025:2017 Laboratorios de Ensayo y Calibración. Instituto Nacional de Normalización (INN), septiembre.
- Funcionaria asistió a “IWLIME: 5th International Workshop on Lithium, Industrial Minerals and Energy con presentación de poster: A new approach in lithium extraction process. Efficient Mg/Li separation using a new extraction agent. Octubre, Chile.
- Funcionaria participó en “Curso “Radioactive Source Security Inspectors Course”, a cargo de Nuclear Security Administration. Chile, Septiembre.

Sección de Irradiaciones:

Publicaciones nacionales e internacionales:

1. “Modificación y Recarga de Irradiador Autoblindado con lápices gastados de Co-60 provenientes de una Planta de Irradiación Industrial”. Revista ALATI. 2018. Hernán Loyola, Pedro Henríquez y Jorge Gamarra.

Participación en iniciativas nacionales e internacionales:

1. Proyecto RLA1013 “Creación de experiencia en el uso de la tecnología de radiación para mejorar el rendimiento industrial, desarrollar nuevos materiales y productos y reducir el impacto ambiental de la industria”.
2. Proyecto RLA1015 “Armonización de los sistemas de gestión integrados y los procedimientos de buenas prácticas de irradiación en las instalaciones de irradiación”.

La Sección de Irradiaciones comprende la Planta de Irradiación Multipropósito y el Laboratorio de Irradiadores:

Sobre la Planta de Irradiación Multipropósito:

- Los productos alimenticios más procesados fueron especies, yerbas, langostinos.
- Good Food, Antarctic Seafood S.A., Especiera del Sur y Cambiasso Hnos. fueron las empresas con mayor demanda:

Good Food (toneladas)	Antartic Seafood (toneladas)	Cambiaso Hnos (toneladas)	Especiera del Sur (toneladas)
218	216	194	106
243	326	247	139
240	183	226	94

Empresas con mayor demanda en la PIM.



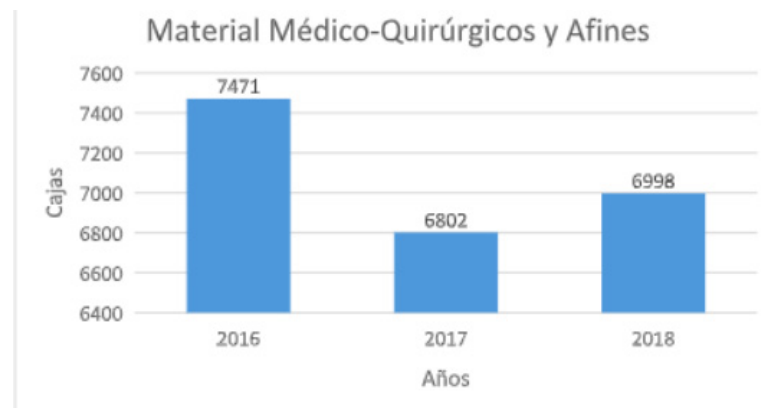
Alimentos procesados en los años 2016, 2017 y 2018.

- Del siguiente gráfico se desprende que hubo un aumento de los productos alimenticios procesados en comparación al año 2017.



Productos no alimentos procesados en los años 2016, 2017 y 2018.

- Asimismo, se apreció una disminución de los productos no alimenticios en 2018.



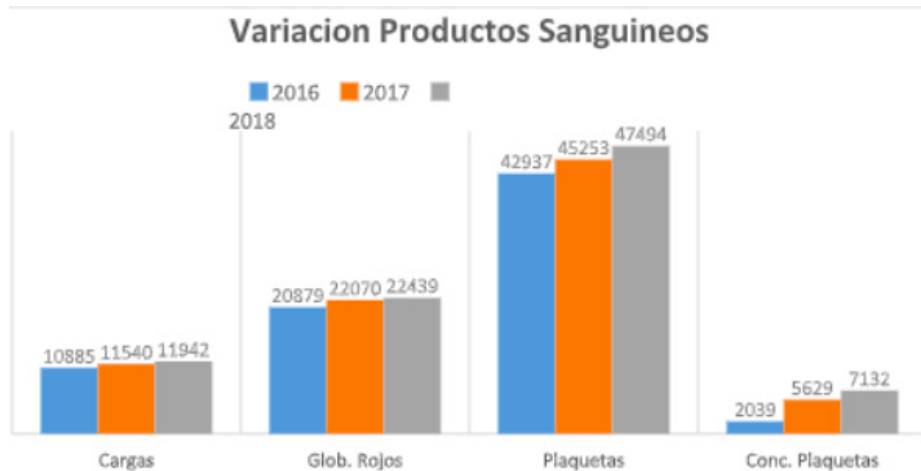
Material médico quirúrgico y a fines tratados en los años 2016, 2017 y 2018.

- Sobre el Laboratorio de Irradiadores:
En la siguiente tabla se informan las cargas procesadas entre el 2016 y 2018, destacando los hospitales con mayor demanda del servicio de irradiación:

Año	Hospital Universidad Católica	Hospital Sótero del Río	Hospital El Salvador
2016	1924	1402	528
2017	2085	1384	713
2018	2236	1356	752

Hospitales con mayor demanda de servicio de Irradiación.

- En el Laboratorio de Irradiadores se observó un incremento sostenido entre el 2016 y 2018 en relación a los productos sanguíneos irradiados.



Variación carga de trabajo productos sanguíneos.



Variación carga de trabajo productos no sanguíneos.

- Proyectos de Inversión: en 2018 se registró el cierre de proyectos de inversión relacionado con la puesta en operación del irradiador Noratom.
- Además, para el año 2019 se realizarán proyectos de inversión para:
 1. Recarga de cobalto 60 para la Planta de Irradiación Multipropósito.
 2. Actualización electrónica del tablero de control de la Planta de Irradiación Multipropósito (PIM).

diación Multipropósito (PIM).

- Algunas iniciativas de mejoramiento de gestión relevantes del periodo son:
 1. Proyecto de mejora de la PIM: se realizó un estudio de datos históricos, para determinar cada cuántos años se debe cargar la planta con Co-60 y cuál es la actividad (Curies) ideal que debe tener, según su demanda de trabajo. Lo anterior, para gestionar la recarga o compra de Co-60 de manera eficiente.
 2. Se traspasó la lectura dosimétrica y el cálculo de dosis al Laboratorio de Caracterización Química (Sección Caracterización), para leer los dosímetros el mismo día en que finaliza su ciclo de uso.

Capacitaciones internacionales:

- Funcionario asistió a “Curso de capacitación regional sobre las bases para el desarrollo, la validación y el control de rutina de los procesos de radiación industrial” (RLA1013), en México, durante abril. Expuso sobre sistema dosimétrico utilizado en la CCHEN para la evaluación dosimétrica rutinaria de los productos irradiados.
- En junio, funcionario asistió a “Taller avanzado de dosimetría de irradiación industrial” (RLA1013), en Argentina, para exponer la experiencia en el uso de tecnología de radiación para mejorar el desempeño industrial en la Planta de Irradiación e Irradiadores.
- En agosto, funcionario asistió al curso “Armonización de sistemas integrados de gestión y de procedimientos de buenas prácticas en plantas de irradiación” (RLA1015), en Brasil para exponer prácticas de la Planta de Irradiación de la CCHEN.
- En octubre, dos funcionarios asistieron al “Curso regional de capacitación en fortalecimiento de capacidades para aplicaciones de tomografía industrial” (RLA1013), en Brasil, para exponer el proyecto de tomografía que se realiza en la Planta Elementos Combustibles de la CCHEN.

Capacitaciones nacionales:

- Tres funcionarios asistieron al “Psicología de la emergencia”. Agosto.
- Funcionaria asistió al “Curso ISO 9001:2015”. Abril.
- Dos funcionarios asistieron al “Curso Específico de Protección Radiológica (CEPRO)” de la Comisión Chilena de Energía Nuclear.
- Dos funcionarios asistieron al curso “Curso de formación de inspector de seguridad de fuentes radiológicas”. Septiembre.



Irradiador de cobalto-60.

Departamento de Servicios de Protección Radiológicas

Responsable: Vivian Pereira Campos
Contacto: vivian.pereira@cchen.cl

Objetivo

El objetivo es centralizar los servicios de protección radiológica que entrega la CCHEN, para proveer a usuarios del país mediciones radiológicas bajo parámetros establecidos internacionalmente para proteger la salud, la vida, bienes y medio ambiente en el desarrollo y aplicación de los usos pacíficos de la energía nuclear.

Actúa como órgano técnico de soporte ante autoridades reguladoras en materias radiológicas, y su misión es entregar resultados confiables, cumpliendo normas, reglamentos y guías de seguridad asociados al personal, las instalaciones y el medio ambiente.

Está formado por las secciones de Vigilancia Radiológica Ambiental (SEVRA), Vigilancia Radiológica Individual (SEVRI) y Gestión Desechos Radiactivos (SEGEDRA).

Hitos principales

- Cientes atendidos:**

En 2018, se atendió un total de 957 solicitudes provenientes de clientes externos, y 142 solicitudes de clientes internos, lo que representa un total de 1.099 solicitudes:

Nº clientes atendidos	SEVRA	SEVRI	SEGEDRA	
2018	Internos	26	66	50
	Externos	492	429	36
Total	518	495	86	

- La atención de las solicitudes de los clientes externos de la CCHEN generó recursos del orden de los \$587 millones, lo que permitió cumplir la meta establecida en cuanto a los ingresos del Departamento de \$545 millones (cumplimiento del 108%).
- Presupuesto:**

Presupuesto asignado	SEVRA	SEVRI	SEGEDRA	
	Sub. 21	\$800.000	\$0	\$500.000
	Sub. 22	\$18.800.000	\$71.170.000	\$30.360.000
	Sub. 29	\$0	\$10.493.000	\$0
Total	\$19.600.000	\$81.663.000	\$30.860.000	

Subt. 21: Considera presupuesto para gastos en viáticos

Subt. 22: Considera presupuesto para gastos de operación

Subt. 29: Considera presupuesto para adquisición de equipos

Gastos:

Gastos	SEVRA	SEVRI	SEGEDRA	
	Sub. 21	\$72.000	\$0	\$0
	Sub. 22	\$15.385.501	\$63.602.177	\$14.190.336
	Sub. 29	\$0	\$10.493.000	\$0
Total	\$15.457.501	\$74.095.177	\$14.190.336	

- Sección Vigilancia Radiológica Ambiental:**

Análisis radiológicos a clientes externos:

En 2018, SEVRA recibió 492 solicitudes de servicio, equivalentes a 616 muestras de usuarios externos, según el siguiente detalle:

Servicio	Nº muestras 2017	Tiempo promedio demora proceso (día/muestra) 2017	Nº muestras 2018	Tiempo promedio demora proceso (día/muestra) 2018
Análisis radiológico, según NCH 409/1, agua potable	305	14	398	17,6
Análisis radiológico de alimentos y aditivos alimenticios por espectrometría gamma	93	5	108	25,2
Análisis radiológico a muestras de frotis y test de hermeticidad	37	12	50	42,3
Caracterización radiológica de muestras	11	6	14	4,3
Análisis radiológico Estroncio-90 (Sr-90)	25	16	46	41
Total	471		616	

- A continuación, un resumen comparativo de los servicios brindados a usuarios externos por parte de SEVRA, en los últimos 10 años.

- Análisis radiológicos realizados a clientes internos:
En 2018, se dio servicio de análisis a ocho áreas de la Institución, equivalentes a 196 muestras, según el siguiente detalle:

Sección	Nº muestras
Sección Gestión Ambiental (SEGESAM)	30
Sección Protección Radiológica Operacional (SEPRO)	57
Sección Vigilancia Radiológica Individual (SEVRI)	3
Sección Irradiaciones (PIM)	1
División Seguridad Nuclear y Radiológica (DISNR)	6
Sección Gestión Desechos Radiactivos (SEGEDRA)	11
Sección Vigilancia Radiológica Ambiental-Emergencias	75
Sección Producción de Radioisótopos	13
Total	196

Monitoreo Radiológico Ambiental:

- El Sistema de Monitoreo Radiológico Ambiental en Línea se divide en dos: Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental: cuenta con nueve estaciones ubicadas en Arica, Iquique, Antofagasta, La Serena, Valparaíso, Santiago, Concepción, Temuco y Puerto Montt. Las nueve estaciones se encuentran operativas.

Sus objetivos son:

Contar con un sistema de monitoreo radiológico ambiental nacional, que disponga información oportuna y confiable ante emergencias nucleares de gran envergadura que pudieran afectar directa o indirectamente nuestro territorio.

Obtener mediciones sobre los valores de radiación de fondo obtenidos en tiempo real, en diferentes puntos del territorio nacional, lo que es necesario para establecer la línea base para la evaluación de una zona en la eventualidad de la instalación de una central nuclear de potencia. Informar al público en cada lugar de medición sobre los niveles de radiación ambiental, especialmente de aquella que proviene de fuentes naturales.

RED	Nacional	CEN La Reina	CEN Lo Agui- rre
Estaciones Instaladas	9	5	5
Estaciones Operativas	7	3	4
% operación	78%	60%	80%

*Para este año se asignó presupuesto para la compra de sondas, por lo que se espera contar con las 9 estaciones operativas durante el segundo semestre.

SEVRA procesó aproximadamente 7,15 x 10⁵ datos, lo que corresponde, aproximadamente, a 715.000 datos de tasa de exposición para la Red Nacional de Monitoreo Radiológico Ambiental en Línea.

- Red de Monitoreo CCHEN: cuenta con diez estaciones, ubicadas en cinco estaciones por cada centro de Estudios Nucleares de la CCHEN. En 2018 su estado operativo fue:

Control de sitio en los centros nucleares:

En cumplimiento de la ley N° 16.319, SEVRA realizó el monitoreo radiológico ambiental en el entorno de sus instalaciones para asegurar que estas no impacten negativamente a las personas ni al medio ambiente. Para ello, cuenta con el sistema de vigilancia radiológica ambiental, que permite obtener información en tiempo real de los niveles de tasa de dosis equivalente ambiental ($H^*(10)$) y vigilar las descargas operacionales en aire, forzando el paso de volumen a través de un filtro de carbón activado (FCA). $H^*(10)$ se refiere a la energía por unidad de masa (J/kg) depositada por un campo alineado y expandido de radiación en un punto a 10 mm de profundidad de la esfera ICRU (Comité Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas).

Los objetivos de la vigilancia radiológica ambiental son:

1. Demostrar el cumplimiento de los límites de descarga autorizados y cualquier otro requerimiento regulador relacionado con el impacto

2. Proveer información y datos a grupos críticos u otros grupos poblacionales para la evaluación de la dosis real o potencial, producto de la presencia de materiales radiactivos o campos de radiación en el medio ambiente.
3. Chequear las condiciones y adecuación de la operación de la fuente y proveer una alarma ante condiciones inusuales o imprevistas.

En 2018, mediante este sistema de vigilancia radiológica ambiental, se procesaron 3,68 x 10⁶ datos de exposición por cada estación (siete operativas), lo que corresponde a 3.680.000 datos procesados.

Esto arroja un total de 4,39 x 10⁶ datos procesados en el año, equivalente a 4.390.000 datos.

Se realizó la recolección semanal de aerosoles, principalmente Iodo-131, en el Laboratorio de Radioquímica, durante 12 horas, utilizando un equipo de aspiración de aire de mediano flujo (10 - 50 pie³/min), modelo HVP-4300AFC/230, que utiliza un filtro de Carbón Activado (FCA) de 8"x10". Luego, los filtros son adaptados a la geometría de conteo para ser analizados mediante Espectrometría Gamma de Alta Resolución. Los filtros programados para el 2018 fueron 52, de los que se recolectaron y midieron 50.

Programación y estado de cumplimiento de mediciones:

Filtros	Cantidad
Programados	52
Recolectados	50
Medidos	50

El valor de dosis equivalente estimada para el 2018 por incorporación de Iodo-131 para la persona más expuesta fue de 0,026 (mSv/año), equivalente a un 0,26 % del valor de dosis recomendado para el público según ICRP (1mSv/año) y un 0,05% del valor que indica la normativa chilena vigente (5mSv/año).

• Participación nacional e internacional:

1. En marzo, integrantes de la Sección Vigilancia Radiológica Ambiental participaron en la Misión "Evaluación de Capacidades en Emergencia"

del OIEA. Asistió la experta brasileña, Ana Cristina de Melo.

2. Funcionaria asistió a Workshop sobre Implementación de Sistema Internacional de Información de Monitoreo de Radiación (IRMIS). Julio, Austria.
3. Funcionaria visitó la Unidad de Radiactividad Ambiental y Vigilancia Radiológica del Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas (CIEMAT). 08-26 de octubre, Madrid (España).
- La Sección Vigilancia Radiológica Ambiental fue parte de los primeros respondedores en la emergencia radiológica que afectó a una empresa del rubro de la fundición en abril de 2018. Tras la emergencia, SEVRA prestó servicios para la etapa de recuperación de la instalación, por lo se implementó un laboratorio temporal en el lugar de la emergencia, que operó en forma paralela al laboratorio del Centro de Estudios Nucleares La Reina.

Laboratorio referente nacional para la medición y evaluación de contaminantes radiactivo en alimentos, muestras ambientales y productos de exportación.

Se analizaron muestras de polvos, coladas, escorias y muestras ambientales. El número total de muestras analizadas fue de 1.895. El detalle es el siguiente:

Resumen de muestras analizadas por laboratorio

Tipo de muestra	Laboratorio Fundición	Laboratorio SE-VRA-CEN La Reina
Polvo	856	258
Coladas	488	6
Escoria	60	4
Muestras ambientales		220
Otras mediciones	3	
Total muestras analizadas por laboratorio	1407	488
Total muestras analizadas	1895	

• **Sección Vigilancia Radiológica Individual (SEVRI):**

La Sección es referente nacional en dosimetría Interna “in vitro” e “in vivo” y dosimetría biológica.

Sus funciones apuntan a dosimetría personal externa, dosimetría citogenética, dosimetría interna y vigilancia médica.

Dosimetría Personal Externa:

Equipos utilizados			
Equipo	Marca	Modelo	Nº Serie
Lectores	Harshaw	5500 TLD	0505299
	Harshaw	5500 QS	961114
	Harshaw	6600 Lite	1202362
	RadPro	RE 2000 A	360018
	Harshaw	3500	9305051
Irradiadores	HP (Rayos X)	43804N	1714A00177
	JL Shepherd (Gamma; Cs-137)	MARK IV Model TLD	568
Hornos	PTW	PTW-TLDO	1321-1252
	RadPro	TLD Heat	A2184/18-3
Detectores de contaminación radiactiva	Eberline	RM-14	2646
	Sonda externa	HP 360	01771
	Ludlum	177-61	185026
	Sonda externa	44-9	PR193834

• El servicio de Dosimetría Personal Externa ofrece los siguientes servicios:

1. PD3 (gamma Hp (10)
2. PD4 (gamma) Hp (10)
3. PD 6/7 (Gamma y neutrones) Hp (10)
4. PD8 (Rayos gamma y rayos X) Hp (10)
5. Anillo (Gamma) Hp (10)

6. Cristalino (Gamma) Hp(0.07)

Estudios realizados:

1. Se realizó una primera aproximación en calibración de dosimetría de neutrones (TLD 600– TLD 700), cuyo resultado se presentó en el Congreso IRPA-Cuba en abril.
2. Estudios para la integración de dosis entre la dosimetría personal externa y dosimetría personal Interna, del Instituto de Salud Pública.
3. Concluyó primera etapa del estudio de dosimetría instrumentalizada de cristalino versus estimación de dosimetría de cristalino, a partir de dosimetría de torso. Estudio sigue en desarrollo para lograr valores más precisos. Reducción en el plazo de envío de informe de dosis a los usuarios: En diciembre de 2018, se logró un tiempo de entrega de los informes dosimétricos de 2.6 días, gracias a mejoras implementadas en los procesos:

Mes	Días promedio por lotes enviados	Cantidad de informes	Total de dosis informadas
Enero	32	292	1324
Febrero	35	395	2420
Marzo	16	372	1668
Abril	20	375	1817
Mayo	5	545	3032
Junio	2	302	1472
Julio	3	329	2433
Agosto	1,71	274	1233
Septiembre	2,64	296	1459
Octubre	2,18	265	1074
Noviembre	3,18	322	2370
Diciembre	2,60	311	1507
Resultados finales		4078	21809

En la siguiente tabla se observa una comparativa con el año 2017:

Año	Dosímetros enviados	Solicitudes	Dosis informadas
2017	22.843	309	19.854
2018	23.376	329	21.809

Comparativa de solicitudes de servicio años 2017 y 2018.

Control CCHEN:

Sobre el control dosimétrico del personal de la CCHEN, se realizaron 4.597 controles dosimétricos, que fueron atendidos con 2.113 dosímetros de cuerpo entero PD4, 174 dosímetros PD3, 1407 dosímetros de extremidades Anillo, 623 dosímetros Albedo y 280 dosímetros de cristalino. Hubo un incremento del 4,6%.

El tiempo de emisión del informe de dosis, desde mediados de 2018, se redujo de manera significativa, pasando de 30 días en promedio, a 10,44 días.

El Laboratorio participó en auditorías internas del Departamento del Sistema de Gestión Integral de ISO 9001/2015 e ISO 17025/2005, cuyos hallazgos están siendo tratados.

Dosimetría Citogenética:

Para garantizar la confiabilidad de sus resultados, este Laboratorio participa en todos los ejercicios organizados por la Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica (LBDNet), que incluye rondas de intercomparación, construcción de curvas dosis-repuesta regional y comparación de metodologías, entre otros.

Mejoras en las instalaciones

En 2018, el Laboratorio adquirió equipamiento, tales como sets de micro pipetas, mobiliario, campana de flujo, y reactivos (sondas de inmunofluorescencia, cytochalasina B) que han permitido mejorar el proceso de estimación de dosis, junto con explorar otras técnicas citogenéticas utilizadas para las estimaciones biodosimétricas, en casos de exposición a dosis por sobre los 5 Gy y dosimetría retrospectiva, entre otras.

Tiempos de respuesta:

El solicitarse un servicio de dosimetría biológica se debe evaluar la pertinencia. Al aceptar la solicitud, se realiza una entrevista con la persona presuntamente sobreexpuesta. Tras la toma de muestra de sangre se estiman 15 días hábiles para entregar el informe con los resultados del ensayo. En casos particulares, este plazo puede extenderse, debido a que en la etapa de recuento de ACI se debe duplicar el número de células a analizar (1.000 células en vez de 500).

Misiones de expertos del OIEA durante 2018:

La misión del Sistema Integrado de Revisión Reguladora (IRRS) que revisó el funcionamiento del Laboratorio de Citogenética, reconoció como buena práctica la existencia del Laboratorio, fortaleciéndose la idea de que estas capacidades deben mantenerse para responder a situaciones de emergencia, tanto científica como médica.

En 2018, el Laboratorio recibió cuatro visitas de experto asociadas a los proyectos “Fortalecimiento de las capacidades nacionales en preparación y respuesta a emergencias radiológicas” (CHI9022) y “Fortalecimiento de la infraestructura nacional para la seguridad radiológica” (CHI9023). Asistieron los expertos Analía Radl (Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina), Joan Francesc Barquiner (Universidad Autónoma de Barcelona) y Jorge Ernesto González (Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones de Cuba).

El objetivo fue evaluar y fortalecer las capacidades del Laboratorio, actualizar conocimientos y fomentar la implementación de otras técnicas biodosimétricas, para los casos donde haya un número masivo de personas presuntamente expuestas o bien, en situaciones de sobreexposición a altas dosis, donde se debe estimar la dosis absorbida en forma retrospectiva. Como resultado, se concluyó que el laboratorio cuenta con las capacidades para implementar las técnicas de PCC-r, Micronúcleos por bloqueo de la citocinesis y FISH.

Por otra parte, una funcionaria se capacitó en el Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear de Francia, para operar y desarrollar actividades asociadas a la dosimetría biológica en Chile, bajo estándares de calidad y buenas prácticas.

El programa incluyó entrenamiento en técnicas clásicas, como dicéntricas y anillos céntricos, dosimetría retrospectiva utilizando FISH y la observación del sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO-NCh 17025 en un laboratorio de dosimetría biológica. Además, se comparó y evaluó la capacidad de respuesta del Laboratorio frente a emergencias, los tiempos de respuesta y los puntos críticos del proceso de respuesta, entre otros.

Calidad del Servicio:

En 2018, el Laboratorio se sometió a una auditoría de diagnóstico para la norma ISO-NCh 17025.

Actividades adicionales:

Se colaboró en dos proyectos de investigación: el primero, bajo la coordinación del OIEA, donde el Laboratorio de Dosimetría Citogenética es investigador principal, en colaboración con el Dr. Pelayo Besa de la Clínica Las Condes. Se trata de un estudio de seguimiento de pacientes con cáncer de mama tratados con radioterapia. En la primera fase, se reclutaron los primeros pacientes y se analizaron los resultados de una población control. La segunda actividad se realiza con el equipo de Plasmas Termonucleares de la CCHEN, con quienes se trabaja en la aplicación de una metodología para realizar la caracterización de los efectos biológicos de un dispositivo Plasma Focus que emite radiación pulsada de baja energía.

Dosimetría interna:

Mediciones in vitro

Se participó en rondas de intercomparaciones de la manera y capacidad de análisis entre laboratorios que poseen igual equipamiento, para asegurar las mediciones efectuadas. Destaca la realizada en PROCORAD y otras rondas organizadas bajo el proyecto RLA 9085.

Estimación de Dosis incorporadas (contaminación interna) en personas expuestas a radiaciones ionizantes.

Mediciones in vivo

El Laboratorio de Dosimetría Interna realizó una nueva calibración en su sistema de espectrometría gamma, que le permite asegurar la calidad de sus mediciones, ya que referencia a un patrón de medición primario.

En 2018, se realizaron 2.276 análisis de cuerpo entero a Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos (TOE): 461 muestras correspondieron a clientes externos (control rutinario), 350 por eventos no programados, 536 por contador de cuerpo entero y 929 de clientes internos de 14 instalaciones de los Centros Nucleares Lo Aguirre y La Reina.

En los siguientes gráficos se muestra la evolución por año de los análisis in vitro e in vivo:

Mejoras en las instalaciones

En el marco del proyecto “Fortalecimiento de las capacidades nacionales en preparación y respuesta a emergencias radiológicas” (CHI9022), el OIEA donó software de mediciones (APEX “In vivo”), empleado para las mediciones en el Contador de Cuerpo Entero (CCE). Se recibió capacitación en terreno para su uso.

En el marco de este mismo proyecto, se adquirió un nuevo detector, que permitirá mejorar la calidad de las mediciones y de la información proporcionada a partir del análisis de los resultados obtenidos. Eso podría significar contar con una nueva capacidad basada en simulaciones para casos de sobreexposición o calibraciones.

Para el período 2019-2020, se prevé realizar una nueva calibración del sistema, incluyendo todos los sistemas de detección.

Tiempos de respuesta

Clientes externos: 15 días hábiles.

Clientes internos: 30 días hábiles.

La Sección cuenta con dedicación de un 30% a dosimetría “in vitro” y labores asociadas al área, 20% a dosimetría “in vivo”, 25% a cálculo de dosis, 15% a vigilancia médica a personal expuesto y 10% como encargado de calidad.

Calidad del servicio

El Laboratorio de Dosimetría “in vivo” cuenta con la norma ISO-NCh 17025:2005 en lo que respecta al proceso de Cuantificación de Radionúclidos en muestras por técnica espectrometría Gamma, bajo el sistema de gestión de calidad (SGC) de la CCHEN.

Vigilancia Médica

El seguimiento y control de la salud de los funcionarios (especialmente al TOE), se realiza para que este inicie, continúe o detenga sus labores con material ionizante, de ser necesario. Mediante un control permanente, es posible detectar a tiempo cualquier condición que influya en su actividad laboral.

Avances y resultados relevantes de trabajos ejecutados:

- Seguimiento y control de salud del TOE: 216 fichas clínicas actualizadas.
- Emisión de certificados de salud para ingreso o renovación de licencias operacionales y licencias especiales.
- Control de salud a trabajadores ocupacionalmente expuestos de la CCHEN.
- Médico de la CCHEN creó “Procedimiento de vigilancia al TOE” e “Instructivo de vigilancia del TOE”.

Intercomparaciones:

Intercomparación internacional:

El Laboratorio de Dosimetría Interna participó por quinta vez consecutiva en la ronda de intercomparación europea Procorad, que contempla las mediciones de emisores gamma y uranio natural en orina. El objetivo es optimizar la calidad de las técnicas de los laboratorios de Dosimetría interna de Latinoamérica.

En 2018, por segunda vez, se participó en la reunión final de intercomparaciones, un hito en lo que respecta a mantener los sistemas de medición actualizados según estándares internacionales.

El Laboratorio de Dosimetría Citogenética, al pertenecer a la Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica (LBDNet), participó en un ejercicio de intercomparación para evaluar su desempeño en la técnica de micro núcleos por bloqueo de la citocinesis, lo que arrojó resultados satisfactorios. Con esos resultados se participó en la construcción de una curva dosis-respuesta regional para la técnica.

Participación Nacional e Internacional:

Funcionario participó en el Congreso IRPA-Cuba 2018, en abril, donde expuso sobre “Aproximación en la Calibración de la Dosimetría de Neutrones (TLD 600 – TLD 700)”, desarrollado en conjunto con representantes de la DIAN y DICORP.

Entre septiembre y octubre, una funcionaria asistió como becaria a una capacitación en el Laboratorio de Dosimetría Biológica del Instituto de Radioprotección y Seguridad Nuclear, Francia. La capacitación incluyó entrenamiento en técnicas como dicéntricos y anillos céntricos, dosimetría retrospectiva utilizando FISH, observación del sistema de gestión de calidad aplicando la norma ISO 17025 en un laboratorio de dosimetría biológica. Asimismo, se comparó y evaluó la capacidad de respuesta del Laboratorio frente a emergencias, tiempos de respuesta y puntos críticos del proceso de respuesta.

En octubre, dos funcionarios dictaron una charla sobre uso de la Dosimetría Personal, a médicos, físicos médicos, funcionarios y encargada de protección radiológica del Instituto Nacional del Cáncer, para sensibilizar sobre el correcto uso de la dosimetría personal y las ventajas de utilizar dosímetros en las extremidades, contribuyendo a la Cultura de Seguridad de los TOE a radiaciones ionizantes.

Misiones de experto

En mayo, se recibió al Dr. Joan Francesc Barquinero, para evaluar posibilidad de implementar la técnica FISH en el Laboratorio de Dosimetría Citogenética. Se concluyó que el Laboratorio puede comenzar a desarrollarla para realizar evaluaciones biodosimétricas retrospectivas.

En junio, se recibió a Analía Radl (Autoridad Regulatoria Nuclear de Argentina) para evaluar y validar las capacidades del Laboratorio de Dosimetría Citogenética y desarrollar la técnica de micronúcleos por bloqueo de la citocinesis (técnica biodosimétrica sugerida en casos de accidentes radiológicos o nucleares masivo).

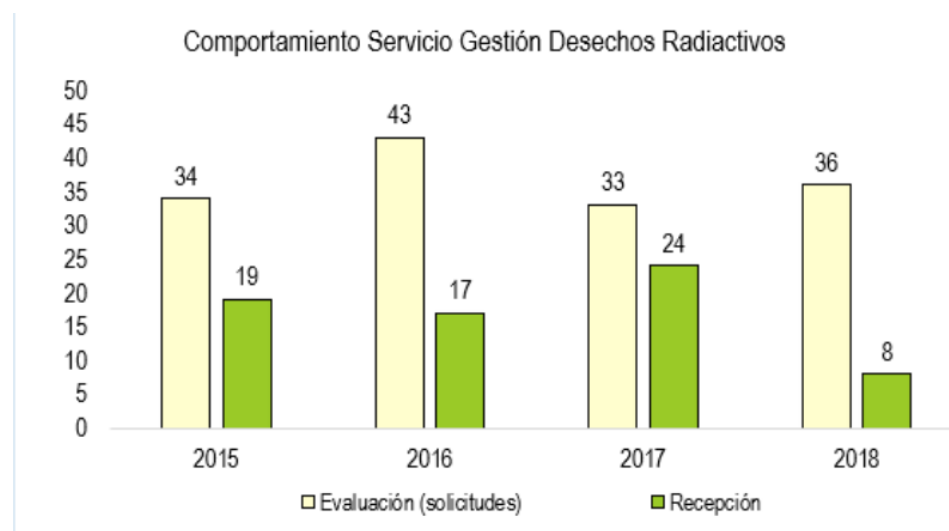
En noviembre, se recibió a Jorge Ernesto González, del Centro de Protección e Higiene de las Radiaciones de Cuba, para verificar si la técnica

de condensación prematura de cromosomas (PCC-r) está puesta a punto en el Laboratorio de Dosimetría Citogenética del CEN La Reina, identificar oportunidades de mejora y completar brechas. Se concluyó que se han implementado adecuadamente los protocolos para la técnica de PCC-r, y que el laboratorio posee las herramientas para estimación de dosis.

• Sección Gestión Desechos Radiactivos:

Se atendieron 86 solicitudes de gestión de desechos radiactivos, provenientes de clientes internos y externos. De ellas, 36 corresponden a clientes externos y 50 a internos. En las instalaciones SEGEDRA, se recibieron 5.5 m3 de desechos radiactivos para su tratamiento, acondicionamiento y almacenamiento en forma segura. La distribución, según volumen entregado por tipo de clientes, se presenta en el siguiente gráfico:

servicios externos: se atendieron 36 solicitudes de empresas o instituciones (externas a la CCHEN) que generan desechos. De ese total, se realizó una evaluación de la gestión de desechos radiactivos a 26 instalaciones, lo que incluyó una asesoría en terreno a dos de ellas. Finalmente, se concretó la entrega del servicio en ocho instalaciones, lo que se resume en el siguiente gráfico:



El volumen de desechos radiactivos recibidos en 2018 fue de aproximadamente 5.5 m3, donde el 66% correspondió a clientes externos y un 34% provino de las aplicaciones, investigaciones y desarrollos de la CChEN. Se realizaron asesorías en terreno a dos instalaciones generadoras de desechos radiactivos: Gerdau Aza S.A. y Universidad Católica de Chile. En terreno se evaluaron sus desechos y condiciones, y se entregaron recomendaciones para su gestión.

Participación nacional e internacional:

Funcionario asistió a XI Congreso Regional de Seguridad Radiológica y Nuclear, Congreso IRPA Latinoamericano, como panelista y expositor de dos proyectos de tratamiento y acondicionamiento de desechos radiactivos ejecutados con éxito. Abril, Cuba.

Funcionario asistió a capacitación “Opciones técnicas para la gestión previa a la disposición final de los desechos radiactivos”. Junio, Uruguay.

Funcionaria asistió a reunión de Consultantes para revisar borrador del manual técnico sobre “Desmantelamiento de detectores iónicos de humo y acondicionamiento de sus fuentes asociadas”. Marzo, Austria.

Funcionaria asistió al Entrenamiento sobre planificación e implementación de desmantelamiento de instalaciones nucleares y remediación de sitios contaminados radiactivamente” en el Laboratorio de Argonne, EE.UU. Abril.

Funcionaria asistió a reunión de estado actual de la gestión previa a la disposición de los desechos radiactivos institucionales. Julio, Austria.

Funcionaria asistió a reunión de Consultantes para actualización del Manual Técnico “Desmantelamiento de dispositivos industriales y acondicionamiento de fuentes radiactivas asociadas”. Julio, Austria.

Funcionaria asistió a reunión de Consultantes para revisar e implementar la Red Internacional de Predisposición. Diciembre, Austria.

Adicionalmente, durante el 2018, se recibieron las siguientes misiones de expertos:

Acondicionamiento fuentes selladas en forma recuperable. Marzo.

Los expertos del OIEA, Juan Carlos Benítez e Isis Fernández, prestaron apoyo y asistencia técnica para el desmantelamiento de dispositivos radiactivos y acondicionamiento de fuentes en forma recuperable. El objetivo fue optimizar los volúmenes de desechos almacenados temporalmente, previo la disposición final.

Opciones técnicas de tratamiento y almacenamiento de desechos. Noviembre.

Santiago Galea (Empresa Nacional de Residuos Radiactivos S.A., España) y Pedro Díaz (Centro Nacional de Seguridad Nuclear, Cuba), realizaron una misión de experto para discutir opciones técnicas de tratamiento de los desechos contaminados para almacenamiento temporal, generados en incidente de empresa del rubro siderúrgico.

Departamento Comercial

Responsable: Richard González Zúñiga
Contacto: richard.gonzalez@cchen.cl

Objetivo

Su objetivo es atender a los clientes, usuarios y beneficiarios de la CCHEN, promoviendo la venta de los productos y servicios tecnológicos que elabora. Los principales sectores atendidos son la medicina nuclear (hospitales públicos, clínicas y centros médicos), industria de alimentos y de materiales quirúrgicos, centros dentales, constructoras, minería, entre otros.

Hechos principales

- Ingresos operacionales de la División de Productos y Servicios:
Los ingresos de operación en 2018 totalizaron \$2.857 millones, equivalente a 114% de la meta propuesta de la División. De esa cifra, el Departamento de Radiofarmacia cerró el año con \$1.708 millones (122%), seguido del Departamento Servicios de Protección Radiológica que finalizó con \$586 millones (108%) y, finalmente, el Departamento de Irradiaciones y Caracterización alcanzó los \$563 millones (99%).



Contenedor de flúor-18.

Resumen ingresos División de Producción y Servicios (07/01/2019)									
Ingresos en MM\$			Avance acumulado						
Depto.	Unidad	Cód	Meta anual	Meta a la fecha	% Meta a la fecha	Ingresos a la fecha	Diferencia acumulada	Cumplimiento a la fecha	Cumplimiento anual
Radiofarmacia	Ciclotrón	576	884	884	100%	1.104	220	125%	125%
	Producción	129	509	509	100%	603	94	118%	118%
	Control de Calidad	630	4	4	100%	1	-3	22%	22%
Total			1397	1.397	100%	1.708	311	122%	122%
Gestión Desechos		125	92	92	100%	71	-21	77%	77%
Radiomedicina		124	22	22	100%	13	-9	57%	57%
Dosimetría		119	362	362	100%	418	57	116%	116%
Vigilancia Radiológica		121	69	69	100%	85	16	123%	123%
Total		545	500	500	100%	487	-13	97%	97%
Irradiaciones	PIM	163	500	500	100%	487	-13	97%	97%
	Irradiaciones La Reina	348	65	65	100%	73	9	113%	113%
	Análisis Químico	130	2	2	100%	2		107%	107%
Total			567	567	100%	563	-4	99%	99%
Total División			2.508	2.508	100%	2.857	349	114%	114%

Ingresos División de productos y servicios.

En el siguiente gráfico se observan los ingresos del Departamento de Radiofarmacia, que alcanzaron los \$1.708 millones (122% de cumplimiento), seguido de la Sección Ciclotrón que abarcó \$1.104 millones (125%). La

Sección Producción de Radioisótopos de Reactor obtuvo \$603 millones (118%) y, para finalizar, el Área Control de Calidad solo se indica como estadística, dado que su fin es entregar soporte a unidades de la CCHEN y no generar ingresos de operación.

- **Ingresos Depto. de Radiofarmacia.**

Ingresos Operacionales del Departamento de Protección Radiológica:
El Departamento alcanzó un total de ingreso anual de \$586 millones (108% de cumplimiento). Dentro del área, destacó la Sección Dosimetría Personal, que totalizó \$418 millones (116%). A continuación, un detalle en el siguiente gráfico:

Ingresos Operacionales Departamento de Irradiaciones y Caracterización:
El Departamento de Irradiaciones obtuvo \$563 millones (99% de cumplimiento). De ese total, la Planta de Irradiación Lo Aguirre totalizó \$487 millones (97%), mientras que la Unidad de Irradiaciones del CEN La Reina logró un cumplimiento del 113%, tras alcanzar los \$73 millones. El detalle se muestra en el siguiente gráfico:

Clientes atendidos a través del Portal de Productos y Servicios:
En 2018, la CCHEN recibió 7.985 solicitudes de servicios, de las cuales el 36% correspondió a radioisótopos de reactor y radiofármacos, un 18% a radiofármacos de ciclotrón y un 11% a servicios de irradiaciones. En el siguiente gráfico se entregan mayores detalles:

Encuesta de satisfacción de clientes:
Entre noviembre y diciembre de 2018, se realizó una encuesta de satisfacción a los usuarios para medir su percepción respecto a una serie de atributos de calidad relacionados a los productos y servicios que se provee. Se envió una encuesta a 728 usuarios, de los cuales respondieron 258, lo que equivale al 35%. En una escala de 1 a 7, donde la nota mínima es 1 y 7, la máxima, la evaluación general promedió un 6.20.
La investigación se enfocó en tres segmentos de productos: “Calibración

de equipos”, “Autorizaciones y licenciamiento de instalaciones de primera categoría” y “Productos y servicios” de esta División.

En cuanto a los resultados, el Departamento de Calibración de Equipos promedió la máxima evaluación, con un 6.41. Le siguió la División de Producción y Servicios, con un 6.21, seguida de “Autorizaciones y licenciamiento” con un 5.41. El siguiente gráfico muestra el detalle:

En el siguiente gráfico se desglosan los productos y servicios que formaron parte de la encuesta aplicada. El servicio mejor evaluado fue Gestión de Desechos Radiactivos, con un 7.0. Luego, el servicio de la Planta de Irradiación Multipropósito y la irradiación de hemocomponentes alcanzaron un promedio de 6.48 y 6.42, respectivamente. La Unidad de Calibración de Equipos, por su parte, obtuvo un 6.41 y, finalmente, las unidades de Radioisótopos y Radiofármacos, y Dosimetría Personal alcanzaron un 6.26, cada una.

A continuación, en la siguiente tabla, se observan las evaluaciones obtenidas para cada uno de los atributos, en comparación al año 2017. Los atributos que presentan un desempeño más elevado con “confiabilidad”, con un 6.50; y “Calidad técnica” con un 6.60. Por el contrario, el atributo de más baja evaluación fue el “Proceso de compra”, que obtuvo un 5.8.

Facturación de Productos y Servicios:
En 2018, el Departamento Comercialización elaboró 7.532 facturas, con un promedio de 630 facturas mensuales, y 263 notas de crédito. Así, totalizó 7.795 documentos tributarios.
La Sección Dosimetría Personal consumió un 26,7% de la facturación; la Unidad de Irradiaciones, 20,29% y Radioisótopos de Reactor, 18,9%. El resto de productos y servicios se refleja en la siguiente tabla:

Unidad	Factura	Distribución
Dosimetría	2013	26,73%
Radioisótopos y Radiofármacos	1425	18,92%
Irradiadores	1528	20,29%
Planta Irradiación Multipropósito	747	9,92%
Licenciamiento	501	6,65%
Radiofármacos de Ciclotrón	621	8,24%
Servicio Análisis Radiológico	327	4,34%
Calibraciones	210	2,79%
Cursos	59	0,78%
Radiomedicina	47	0,62%
Desecho radiactivo	12	0,16%
Otros	18	0,24%
Irradiación en el Reactor	12	0,16%
Análisis químico	10	0,13%
Protección radiológica	2	0,03%
Total general	7532	100%

Cantidad de facturas asociadas a productos y servicios.

Plan comercial de continuidad de usuarios:

En 2018 se ejecutó el plan comercial de continuidad y mantenimiento de los usuarios, beneficiarios y clientes de la CCHEN. Lo anterior dio paso a acciones que incluyeron trabajos conjuntos y visitas a las instalaciones de la CCHEN y a las de los usuarios, entre otros.

Licitaciones públicas y órdenes de compras:

A través del Departamento de Comercialización, la División de Producción y Servicios, participó en la gestión de licitaciones y compras, mediante Mercado Público. El año pasado se revisaron 51 licitaciones públicas, postulando a 30 de ellas, de las cuales se resultó adjudicado en 17, por un monto de \$119.408.859. Además, se atendieron 436 órdenes de compras.

En el siguiente gráfico se visualiza el detalle:

Gestión de proyectos:

Como parte de la cultura de excelencia operacional que busca optimizar y fortalecer procesos clave de la CCHEN, se dio continuidad a la segunda fase del Proyecto de Mejora de Procesos. Ello se tradujo en acciones de mejora que impactaron los siguientes procesos:

Dosimetría Personal: Optimización con enfoque a la reducción de tiempos de entrega de informes.

Planta de Irradiación Multipropósito: Determinación de la cantidad óptima de cobalto-60 para cubrir la demanda.

Desechos Radiactivos: Propuesta de seguimiento de desechos radiactivos con trazabilidad desde que las fuentes radiactivas ingresan al país hasta su disposición final.

Servicio de Vigilancia Radiológica: Reducción del tiempo de entrega de informes del servicio de análisis radiológico.

El detalle general de cada uno de ellos se resume en la tabla 19 siguiente:

Nombre	Objetivo	Duración
Proyecto Mejora de Procesos - Fase 2	<p>1. Proceso de Dosimetría</p> <p>a) Mejorar tiempos de entrega de informes.</p> <p>b) Desarrollo de nuevo dosímetro con lectura integrada.</p> <p>c) Redefinición de proceso.</p> <p>2. Servicio de Monitoreo Ambiental:</p> <p>a) Revisión y validación del uso de las nueve estaciones actuales de monitoreo y confirmar necesidad de planificar nuevas estaciones.</p> <p>b) Mejorar tiempos de entrega de informes a clientes externos.</p> <p>3. Planta de Irradiación:</p> <p>a) Proponer alternativas de optimización de capacidad subutilizada. b) Modelar y estudiar uso de Co-60 con demandas actuales y proyectadas para determinar R y Q.</p> <p>Gestión de Desechos Radiactivos: evaluar proceso de seguimiento de desechos radiactivos, con trazabilidad desde que las fuentes radiactivas ingresan al país hasta su disposición final.</p>	02 de enero al 30 de octubre de 2018

Proyecto Mejora de Procesos.

División de Investigación y Aplicaciones Nucleares

Responsable: Mauricio Lorca Miranda

Contacto: marco.auspont@cchen.cl

Objetivo

Su objetivo es orientar e incentivar el desarrollo de actividades científico-tecnológicas, de acuerdo a las políticas en materias de gestión estratégica de investigación, desarrollo e innovación. Esto de la mano de propósitos definidos, receptores identificados y actores articulados en redes.

Hitos 2018

- Nueve proyectos de investigación en temas de física de plasmas y partículas, en distintos niveles de participación: dirección, investigadores titulares, co-investigadores y asociados.
- Cinco proyectos de desarrollo para la agricultura, en temas de uso de agua, gases de efecto invernadero y uso de químicos, cuatro proyectos orientados a salud humana, dos en temas de medioambiente y uno en patrimonio cultural.
- Incorporación de procedimiento de Gestión de Proyectos de I+D+i para formalizar las actividades, responsabilidades, interacciones, canales de comunicación, documentos y flujos de información para asegurar la eficiencia y eficacia de la gestión de proyectos de I+D+i de la Institución.
- Involucramiento de la CCHEN en iniciativa binacional ANDES (Agua Negra Deep Experiment Site), impulsada por físicos de Chile y Argentina para construir un laboratorio subterráneo en el interior del futuro Túnel Agua Negra, que cruzará la Cordillera de Los Andes, a la altura de las ciudades de Coquimbo en Chile y San Juan en Argentina. El laboratorio se situará a 1.700 metros bajo la montaña. El Consejo Directivo de la CCHEN resolvió manifestar su interés en el desarrollo del Proyecto.
- Avances en la invención de un nuevo medio orgánico de extracción de litio que, aplicado a diferentes salmueras, permite separar en forma eficiente sus iones de los de magnesio y boro independientemente del pH, reduciendo las etapas de extracción y optimizando la producción de sales de litio. El proyecto fue financiado por un capital Semilla institucional y sirvió de base para la solicitud de Patente Internacional “Medio de extracción que optimiza la producción de sales de litio”, primera solicitud de patente de invención gestionada por la OTL Nuclear, de propiedad exclusiva de la CCHEN, ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI).
- Implementación de dos nuevas instalaciones: Laboratorio Físico y Laboratorio Químico de Nuevos Materiales, ambos ubicados en el CEN Lo Aguirre.
- ARCAL designa a Chile como gestor de un Centro Subregional de referencia para inspección de Estructuras Civiles, luego de un análisis para crear dos de estas instalaciones en América Latina y el Caribe, las que proveerán apoyo a países de la región en caso de emergencias.
- Estudio de factibilidad técnica para implementar servicio de tomografía de radiación gamma, orientado a la inspección de tuberías en la industria nacional. El Instituto de Investigación de Energía Atómica de Corea (KAERI) envió equipamiento de Tomografía Computarizada, para realizar pruebas tomográficas en tuberías de la industria minera.
- El proyecto IDeA Fondef “Obtención de concentrados de Elementos de Tierras Raras (ETR), a partir de minerales prospectados en la Región de Atacama, mediante la aplicación de procesos a escala piloto”, obtuvo (a nivel de laboratorio) concentrado de óxido de ETR, cuya ley es de 49,7%, equivalente a 60,6% de óxidos de ETR.
- Diseño y construcción de un irradiador gamma prototipo, orientado a implementación de la Técnica del Insecto Estéril, TIE, específicamente al combate del mosquito *Aedes aegypti*, vector de enfermedades como el dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla. El equipo cuenta

con los estudios para ser cargado con ocho fuentes de cobalto-60 usadas, promoviendo así la reutilización de material de desecho de complejo tratamiento.

- Alianza con profesionales del Instituto Forestal (INFOR) para introducir la tecnología de mutagénesis en los estudios de especies forestales. La iniciativa apunta a especies nativas y exóticas que se han visto afectadas por el cambio climático e incendios forestales estivales.
- Bajo el proyecto “Utilización de Técnicas Nucleares en Apoyo de la conservación y la Preservación de Objetos del Patrimonio Cultural”, orientado a la caracterización del patrimonio cultural, se realizaron análisis de sitios, protocolos y tratamiento de muestras para el análisis de 125 muestras de pelos de momias de distintos asentamientos arqueológicos del norte del país.
- Al alero del convenio colaborativo con la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Chile, se desarrolló el estudio de nanopartículas de oro y otros, para fines de detección y tratamiento de cáncer y alzheimer. Con la técnica de activación neutrónica, se genera el isótopo oro-198 radiactivo, que permite un análisis con exactitud.
- En el marco de un convenio con la Universidad Católica de Chile, se analizaron 221 muestras de orina de habitantes de Chañaral, donde se determinaron cinco especies de arsénico, además de cobre, níquel, plomo y mercurio. También se analizaron 200 muestras de suelos, por los mismos elementos.

Departamento de Ciencias Nucleares

Responsable: José Moreno Martínez

Contacto: jose.moreno@cchen.cl

Objetivo

Apunta a implementar y gestionar las líneas de investigación y desarrollo en las áreas de Física Nuclear y Reactores, y Física de Plasma y Fusión Nuclear, a través del diseño, postulación y ejecución de proyectos científicos.

Hitos principales

Líneas de investigación:

Proyecto “Síntesis de Nanopartículas de Óxido de Cobre: Simulaciones Computacionales de Apoyo a la Investigación y Desarrollo”, Concurso Nacional Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo - Conicyt, 2ª convocatoria 2016. Proyecto dura 24 meses desde contratación de investigadora.

Participantes: K. Kauffmann (investigadora), B. Bora (contraparte institucional).

Estado: en ejecución

Avances:

- Este proyecto es parte de la línea de investigación en antorchas de plasmas desarrollado por el Departamento de Ciencias Nucleares. Su objetivo es sintetizar nanopartículas de cobre usando una antorcha de plasmas. El desarrollo de simulaciones computacionales permite asistir la toma de decisiones técnicas para el diseño y operación de los experimentos a realizar en el laboratorio. Así se puede acotar el número de experimentos reales a realizar, siendo así posible disminuir los costos de investigación y tiempo requerido.
- En 2018 se desarrollaron los modelos numéricos de la antorcha de

plasma como un fluido junto con las ecuaciones de Maxwell y el modelo numérico de nucleación de nanopartículas, a partir de las ecuaciones de dinámicas de crecimiento de los clústers. Ya se cuenta también con un código que resuelve el modelo de ecuaciones dinámicas nodales generales (NGDE).

- Para resolver el modelo de fluidos de la antorcha de plasma se ha utilizado un código propio que fue probado utilizando el método de volúmenes finitos para su discretización y el algoritmo iterativo SIMPLE para que las velocidades y las presiones del fluido estén acopladas. Para probar el código, se utilizó un benchmark de boquilla plana donde se midieron las velocidades dentro de la boquilla, y otro test conocido como “lid-driven cavity”. Ambos mostraron buenos resultados. Lo que aún falta es agregar al código de fluidos es las ecuaciones de Maxwell y la fuerza de Lorentz como fuente, es decir, que en vez de ser un fluido, sea un plasma.
- En septiembre se realizó una visita a Greifswald, Alemania a los institutos IPP (Max Planck Institute for Plasma Physics) e INP (Leibniz Institute for Plasma Science and Technology). Con el primero se inició una colaboración mediante un código de fluidos llamado BoRiS-CFD, que permite cálculos de fluidos en geometrías más complejas y con métodos numéricos, sobre todo para condiciones de borde, ya testeados. Por el momento, aún está en proceso de implementación la parte electromagnética del código en conjunto con el equipo de Alemania, pero ya se hizo una prueba para una antorcha de plasma con geometría cilíndrica, que arrojó buenos resultados.
- Por su parte, en INP se utilizó el software COMSOL para simular la antorcha de plasma. Este software permite realizar los mismos cálculos numéricos que los softwares anteriores, pero funciona como una “caja negra” y no se pueden manipular manualmente los métodos numéricos o ecuaciones. Sin embargo, es otra alternativa para obtener los resultados requeridos.
- Con el código NGDE se han analizado casos en que la temperatura se le entrega simplemente como una distribución fija dada por el usuario.

Proyecto “Maximum entropy and maximum caliber principles in computational statistical mechanics: from fundamentals to applications”. Fondecyt Regular 1171127.

- Participantes: G. Gutiérrez, Facultad de Ciencias, Universidad de Chile (Investigador responsable) y S. Davis (co-investigador).

Estado: en ejecución.

Avances:

- El proyecto desarrolla métodos estadísticos de simulación y análisis de datos aprovechando la perspectiva Bayesiana y técnicas inspiradas en Física Estadística, con la idea de derivar nuevas identidades fundamentales y aplicarlas a simulación de materiales, plasma y otros fenómenos físicos.
- En 2018 se obtuvo un resultado fundamental en el formalismo de superestadística, relacionado a la no existencia de estimadores intrínsecos de temperatura en tal teoría. Este resultado fue publicado en *Physica A* 505, 864-870 (2018), mientras que una extensión del teorema de variables conjugadas (CVT) para restricciones holonómicas (de tipo geométrico) fue publicada en *J. Phys. A: Math. Theor.* 51, 455003 (2018).
- Además, se publicó un esquema general del tratamiento de sistemas fuera del equilibrio desde el punto de vista de inferencia sobre trayectorias, en *Entropy* 20, 696 (2018).

Dirección de tesis de pregrado y postgrado:

1. “Mecánica Estadística fuera del equilibrio a partir del Principio de Máximo Calibre”, D. González, tesis de Doctorado en Ciencias con mención en Física, U. de Chile.
2. Director: S. Davis (CCHEN) | Codirector: G. Gutiérrez (U. de Chile). “Estudio de correlaciones microcanónicas de energías potenciales en el problema de fusión de sólidos mediante simulación de dinámica molecular”, V. Olguín, tesis de Ingeniería Física, U. Andrés Bello. Director: S. Davis (CCHEN).
3. “Use of the density of states and fluctuation theorem for non-extensive

q-ensembles”, H. Umpierrez, tesis de Licenciatura en Física, U. Andrés Bello. Director: S. Davis (CCHEN).

Publicaciones Scopus:

1. “Expectation values of general observables in the Vlasov formalism”, D. González, A. Tamburrini, S. Davis, J. Jain, G. Gutiérrez. *Journal of Physics: Conference Series* 1043, 012008.
2. “Implications of Superstatistics for stationary plasmas”, S. Davis, J. Jain, D. González, G. Gutiérrez. *Journal of Physics: Conference Series* 1043, 012011.

Proyecto “Experimental neutron studies using a wide energy range multipurpose neutron spectrometer system based on Bonner’s sphere method and proportional counter detectors”. Fondecyt Regular 1171467:

Participantes: F. Molina (investigador responsable), M. Zambra (investigador DCN), P. Aguilera (estudiante de Doctorado), J. Romero (estudiante de Doctorado), B. Parra (estudiante de Magister), A. Ruiz (estudiante de Magister), F. López (estudiante de Magister), H. Arellano (colaborador de la U. de Chile), J. Agramunt (colaborador del Instituto de Física Corporal de Valencia), A. Tarifeño (colaborador de la Universidad Politécnica de Catalunya).

Estado: primer año de ejecución.

Avances:

- El propósito es diseñar, construir y probar un espectrómetro de neutrones, basado en el método de las esferas de Bonner, capaz de medir flujos neutrónicos de distintas fuentes, en un amplio rango.
- En 2018 se trabajó en el diseño de los moderadores de forma paralela de los tres experimentos principales de este proyecto: i) Medidas de neutrones pulsados provenientes de dispositivos Plasma Focus, ii) Medidas de neutrones en los haces del reactor y iii) medidas de fondo de neutrones.
- Se simularon 1500 tipos de moderadores paralelepípedos con un tubo contador proporcional dentro, utilizando polietileno de alta densidad,

polietileno borado al 5% y cadmio, obteniéndose sus respectivas funciones respuesta de detección de neutrones para 210 regiones de energía isoletárgicas entre 5 micro electronvoltios a 20 mega electronvoltios.

- Para construir los detectores apropiados para las medidas con neutrones pulsados, se eligió un conjunto de seis detectores de estos 1500 simulados, tal que la respuesta conjunta fuera “plana” en la región de 200 keV a 20 MeV. Esto se realizó utilizando un algoritmo de simulating annealing que minimizará la planitud de la función respuesta conjunta.
- Estos seis moderadores se fabrican en el taller mecánico del Departamento de Ciencias Nucleares, y su estado de avance es de un 70%. También se simuló y diseñó un cono de sombra de acuerdo a la norma ISO 8529-2, para medir la contribución de neutrones de scattering en la medida de neutrones directos de una fuente.
- En cuanto a la caracterización de los haces de neutrones del Reactor Experimental RECH-1, se está en etapa de diseño del dispositivo utilizando simulaciones Monte Carlo con MCNP. Este diseño está basado en el detector BRIKEN de la colaboración del mismo nombre. En 2019 se espera realizar las medidas experimentales en ambiente de neutrones pulsados y caracterización de al menos un haz del RECH-1.
- En el marco del proyecto Fondecyt Regular 1171467, el investigador y los estudiantes del Laboratorio de Investigación Nuclear (Francisco Molina, Pablo Aguilera y Jaime Romero) fueron invitados a participar en el experimento NP1612-RIBF148 del Laboratorio RIKEN Nishina-Center, titulado “Masses, half-lives and beta delayed neutron emission probabilities relevant to understand the formation of the rare earth r-process peak”, cuyo objetivo era mejorar los datos nucleares de núcleos ricos en protones de masas alrededor de $A=160$, relevantes en el “proceso de captura neutrónica rápida en nucleosíntesis estelar.
- En este experimento se utilizó el arreglo BRIKEN de detectores de He3 más grande del mundo, compuesto por 140 tubos contadores proporcionales inmersos en una matriz de polietileno. La participación en este experimento marca el inicio de la colaboración de investigadores de la CChEN con el sistema internacional BRIKEN.
- En 2019 se espera realizar las medidas experimentales en campos

neutrónicos pulsados (dispositivos plasma focus) y en campos neutrónicos continuos (neutrones de fondo y haces experimentales del RECH-1). Ambas campañas experimentales forman parte integral de las tesis de Magíster en Ciencias mención en Física de los estudiantes del Laboratorio de Investigación Nuclear del Departamento de Ciencias Nucleares, Byron Parra y Andrés Ruiz.

Proyecto Colaboraciones Internacionales en Estructura Nuclear: “Estudio de las transiciones Gamow-Teller en el $T_z = -2$ Se-64 y $T_z = -1$ Se-66”.

Participantes: F. Molina (investigador responsable), P. Aguilera (estudiante de Doctorado), B. Rubio (colaboradora del Instituto de Física Corpuscular de Valencia).

Estado: en ejecución.

Avances:

- A principios de 2018, se completó la reconstrucción del esquema de niveles de la desintegración beta del $T_z = -2$ 64Se y del $T_z = -1$ 66Se, que involucran también el estudio de la desintegración beta de los núcleos hijos, el $T_z = -1$ 64As, $T_z = -1/2$ 63Ge, y $T_z = 0$ 66As.
- En este trabajo de investigación fundamental se busca obtener los esquemas de niveles de los núcleos mencionados, así como también las fuerzas de transición a los estados excitados para estudiar simetría de isoespín en núcleos espejos. La reconstrucción de la señal registrada por las strips de WAS3ABi (detectores de silicio) tiene un impacto directo en la calidad de los espectros, tanto en la estadística como en la limpieza de los espectros.
- Durante el primer semestre, se perfeccionó el algoritmo de evento tipo beta, permitiendo aumentar al doble la eficiencia beta y mejorar la resolución de energía en los espectros de protones. Luego, y dado que el nuevo algoritmo mejoró la forma de los picos de protones, reduciendo el efecto de pérdida de energía en los bordes de las strips, fue necesario volver a caracterizar la forma del espectro mediante el análisis de dos de los núcleos, que también fueron implantados en los detectores de silicio durante nuestro experimento: el 57Zn y el

61Ge. Así se ajustó una función paramétrica a los espectros beta y de protones de nuestros los núcleos de interés.

- Como consecuencia, al aumentar la eficiencia beta, también aumentó la estadística en los espectros gamma en estos núcleos de interés, analizándolos nuevamente esta vez con el algoritmo de reconstrucción de eventos beta. A su vez, se reestudieron las coincidencias gama-gama, confirmando las coincidencias ya conocidas para los núcleos de interés y relevando otras que por motivos de estadística no había sido posible confirmar.
- También se actualizó el análisis de la Isobaric Multiplet Mass Equation (IMME) obteniendo la masa del estado fundamental del ^{64}As y una extrapolación para la masa del ^{64}Se , ambos valores conocidos previamente solamente por estimaciones teóricas. Por otra parte, el estudiante de doctorado, Pablo Aguilera, realizó tres pasantías en el Instituto de Física Corpuscular (Valencia) en 2018, afianzando aún más la colaboración con el Grupo de Espectroscopia gamma y de neutrones del IFIC.

Proyecto Colaboraciones Internacionales en Simulación Monte Carlo: “Flujo de Neutrones en un Reactor Experimental, mediante método Monte Carlo con Dependencia Temporal”.

- Participantes: F. Molina (investigador responsable), J. Romero (estudiante de Doctorado), J. I. Márquez (colaborador del Centro Atómico de Bariloche).
- Estado: en ejecución.

Avances:

- Las Simulaciones Monte Carlo de la interacción de neutrones con la materia existente en un reactor experimental pueden obtener soluciones que son análogas a resolver la ecuación de transporte de neutrones, siempre y cuando se incluya tiempo dependencia en la simulación y se utilicen las librerías físicas de secciones eficaces apropiadas.
- En 2018, estudiante de Doctorado realizó una segunda estadía de colaboración en el Centro Atómico de Bariloche, trabajando con el Dr. José Ignacio Márquez del Departamento de Física de Neutrones.

Durante esta estadía se realizaron modificaciones al código abierto de transporte de neutrones OpenMC para simular la fracción efectiva de neutrones retardados y el tiempo de generación de neutrones en el contexto de una simulación análoga de transporte de neutrones. Para ello fue necesario llevar a cabo varias modificaciones al código OpenMC y luego realizar comprobaciones cuidadosas para verificar que estos cambios no introdujeran efectos no deseados en las simulaciones.

- Se realizaron intercomparaciones con resultados experimentales para sistemas simples, comparando los resultados obtenidos para el valor del tiempo de generación de neutrones para tiempos del orden de milisegundos. Estas intercomparaciones fueron satisfactorias. Posteriormente, se realizó una intercomparación con los resultados experimentales obtenidos para el reactor RA-6 del Centro Atómico de Bariloche y esta intercomparación -ahora de un sistema mucho más complejo, como es un reactor nuclear experimental- también fue satisfactoria. Los resultados fueron presentados en una charla durante el XXI Simposio Chileno de Física, y serán parte de los proceedings de dicha instancia.

Participación en el Laboratorio Subterráneo Internacional ANDES. Participantes: M. Zambra (investigador CCHEN) y F. Molina (investigador CCHEN)

- **Antecedentes:** la iniciativa ANDES (Agua Negra Deep Experiment Site) se gestó a partir de la inquietud entre físicos de Chile y Argentina por construir un laboratorio subterráneo en el interior del futuro Túnel Agua Negra, que cruzará la Cordillera de Los Andes, a la altura de las ciudades de Coquimbo en Chile y San Juan en Argentina. El laboratorio se situará a 1.700 metros bajo la montaña.
- Laboratorios como este hay pocos en el mundo y ANDES será el primero en el Hemisferio Sur y el tercero más profundo del mundo, lo que permitirá atraer a científicos de todo el mundo y realizar experimentos en baja radiación de fondo, protegido de los rayos cósmicos, en áreas tan diversas como Física de Partículas, Astrofísica Nuclear, Geofísica, Geología, Sismología y Biología.
- El Consejo Directivo de la CCHEN, en su sesión del 30/10/2015, analizó

la iniciativa y resolvió manifestar su interés en el desarrollo del Proyecto, lo que se materializó a través de una carta del Director Ejecutivo (CCHEN(O) N° 26/038, 9 de junio de 2016). Los representantes de la CCHEN en el Comité ANDES-Chile son los investigadores Dr. Francisco Molina y Dr. Marcelo Zambra.

- El Comité ANDES-Chile está formado por científicos de diferentes áreas pertenecientes a U. de Chile, U. Católica de Chile, U.T. Federico Santa María, U. de Valparaíso, U. de La Serena, U. de Concepción y Comisión Chilena de Energía Nuclear.

Avances:

- Finalización del proyecto del Laboratorio Subterráneo Internacional ANDES, elaborado por la Comisión ANDES-Conicyt, presentado el 9 de marzo de 2018 al Ministerio de Desarrollo Social. La Comisión ANDES-Conicyt fue integrada por el Director del Comité ANDES-Chile, Dr. Claudio Dib; profesionales de Conicyt; Ministerio de Relaciones Exteriores y CCHEN.
- Acuerdo en el Consejo Regional (CORE) del Gobierno Regional de Coquimbo para realizar las gestiones necesarias y financiar, a través del FNDR, el 50% de los gastos del Estudio de Ingeniería Básica del proyecto ANDES. El 50% restante es responsabilidad de ANDES-Argentina.
- Se actualizó el diseño actual del Laboratorio, considerando (a) Caverna Principal y Caverna Secundaria para múltiples experimentos, (b) Sala aislada de astrofísica nuclear, (c) Laboratorio de Biología, (d) Sección de Geofísica y Sismología, (e) Pozo de grandes dimensiones para la instalación de un experimento de neutrinos, (f) Salas limpias para la instalación y preparación de experimentos.
- Avances en la institucionalidad que regirá para el Consejo Científico de ANDES-Chile: en reunión del 19 de diciembre de 2018, se ratificó al Dr. Claudio Dib como Director y se designaron coordinadores por Área (Astropartículas, Biología, Astrofísica Nuclear) y coordinadores de Vinculación con el Medio. La Secretaría Ejecutiva recayó en el Dr. Marcelo Zambra (CCHEN) y como Coordinador del Área de Astrofísica Nuclear se confirmó al Dr. Francisco Molina (CCHEN).

- Avances institucionalidad del Consorcio Interinstitucional de Laboratorio ANDES: se elaboró un borrador para conversar con los representantes legales de las instituciones que apoyan la iniciativa ANDES.

Proyecto “Experimental Study of Singular Plasma Domains in Small Plasma Accelerators of Type Plasma Focus: Plasma Filaments”. Fondecyt Regular 1151471. Investigador: Dr. Cristian Pavez | Co-Investigador: Dr. Leopoldo Soto.

- Estatus del Proyecto: en ejecución.

Avances:

- La información documentada da cuenta de los avances en materia conjunta de ambos proyectos para la etapa 2018, la que se puede resumir en tres focos fundamentales:
- Investigación: hay una nueva comprensión de algunos tipos de singularidades de plasma que se observan en las descargas de Plasma Focus. Para experimentos realizados con diferentes longitudes de ánodo y sin barras de retorno, las estructuras de plasma observadas dan cuenta de una región de plasma aislada, formada por material metálico residual de fase de ruptura eléctrica, que permanece alojado en una región de la lámina de plasma (un cinturón), lejos de la región de compresión. La discontinuidad observada en los filamentos de plasma sugiere descartar la hipótesis de los filamentos de corriente.
- De los resultados relacionados con los experimentos mencionados, se observa una alta eficiencia en el rendimiento de los rayos X duros y de neutrones y velocidades radiales características más altas.
- Para un mismo régimen de operación (voltaje de carga, rango de presión, energía almacenada y tipo de aislante), se obtiene un alto rendimiento en la producción de rayos X y neutrones en descargas con aislante y ánodo de menor diámetro (es decir, mayor densidad de corriente inicial).
- Divulgación: parte del trabajo realizado en 2018 se presentó en el XXI Simposio Chileno de Física, realizado en noviembre en Antofagasta. Allí se expusieron tres trabajos: “Técnicas de Contraste de Fase Aplicada

a Diagnósticos de Plasmas”, “Dinámica y Emisión de una Descarga Plasma Focus: Escalamiento en Rango Extendido de Densidad de Potencia de Entrada” y “Filamentaciones de Plasma en Aceleradores de Plasma Tipo Plasma Foco: Origen y Evolución”.

- Durante el período, el investigador presentó dos charlas de divulgación en cinco escuelas públicas. Una titulada “La materia en estado extremo: Plasmas de alta densidad de energía” y la otra “Fusión nuclear y el cuarto estado de la materia”. También colaboró en la organización de una feria de ciencias para estudiantes.
- Formación de estudiantes: el trabajo permitió la colaboración en el segundo semestre de un estudiante de Magister de la Universidad de Chile, quien continúa su trabajo de tesis durante el primer semestre de 2019, denominada “Implementación de la técnica de dispersión de radiación de Thomson en una descarga Plasma Focus de kilojoules”.

Proyecto “Plasmas continuos: Antorchas y agujas de plasma”.

Investigador: Dr. Biswajit Bora.

Avances:

- Desarrollo de antorchas/agujas de plasmas para exploración de aplicaciones en biología, medicina, materiales y medio ambiente.
- Desarrollo de un sistema de plasma térmica para producir nanopartículas de distintos materiales.
- Plasma de radiofrecuencia para lograr el control independiente de la energía iónica y el flujo iónico en la pulverización magnetrónica (Magnetron Sputtering).
- Plasma a presión atmosférica (Atmospheric Pressure Plasma) para las aplicaciones en el procesado de materiales.

Proyecto “Plasma Physics And Pulsed Power For Energy And Life. Effects And Applications In Living Matter And Materials”, Anillo ACT-172101

Participantes: L. Soto (director), K. Marcelain (inv. titular), C. Pavez (inv. titular), S. Davis (inv. titular), B. Bora (inv. asociado), J. Moreno (inv. asociado), J. Jain (inv. postdoctoral) y R. Andaur (inv. postdoctoral).

Estado: en ejecución.

- El proyecto reúne a investigadores del Laboratorio de Física de Plasmas y Fusión Nuclear de la CCHEN y del Laboratorio de Genómica del Cáncer de la U. de Chile. Aborda investigaciones, tanto en física básica, biología y aplicaciones de plasmas pulsados y continuos a temas de energía, materiales y biomedicina.
- Entre ellos: a) física de plasmas densos producidos por descargas eléctricas de potencia pulsada, b) emisión de pulsos de rayos X y neutrones, c) escalamiento y miniaturización de dispositivos plasma focus, d) efecto de radiaciones pulsadas y choques de plasmas en materiales de interés en reactores de fusión nuclear, e) efecto de radiaciones pulsadas en materia viva y orgánica, f) plasmas de radiofrecuencia, continuos y antorchas de plasmas.
- Además, el proyecto incluye actividades de formación y entrenamiento de estudiantes de pre y postgrado, actividades de divulgación a público general y desarrollo de redes de colaboración tanto nacional como internacional.
- En 2018 se consiguieron avances importantes en el desarrollo de un modelo simple para la acumulación de defectos en materiales sometidos a radiación, modelo basado en el uso de la llamada ecuación maestra de la teoría cinética, y que conecta el “factor de daño” empírico con la fracción esperada de defectos puntuales en el material. Parte de este trabajo fue presentado en una conferencia, y existe un manuscrito en preparación.
- Por otro lado, se han continuado los estudios relacionados con la fusión (melting) de sólidos en condiciones microcanónicas homogéneas y la producción de defectos en el llamado ultrafast melting, estudios que se conectan con el problema de daño inducido por radiación con el método Z (Belonoshko et al, 2006).
- En este contexto se han publicado nuevos resultados sobre la estadística de tiempos de espera en melting (Physica A 515, 546-557, 2019) y, actualmente, se realizan estudios de dinámica molecular, relacionados con el fenómeno de metaestabilidad en transiciones de fase de primer orden, como parte de una tesis de Ingeniería Física (Vivianne Olguín,

U. Andrés Bello). Por otra parte, se lograron avances en el estudio dosimétrico de la radiación emitida por los dispositivos generadores tipo plasma focus y sus efectos en células de cáncer colorrectal y en el ámbito de la protección radiológica. A partir de estos resultados se prepara un manuscrito para publicación.

- En particular, para el dispositivo plasma focus PF-2kJ, se realizó un mapeo de la emisión axial de rayos-x, mediante la utilización de un arreglo de 72 dosímetros TLD 600 al interior de una placa Petri de cuatro divisiones, que fue expuesto a series de 60 disparos, encontrándose que existen zonas de mayor concentración de dosis, lo que es importante tener en cuenta al irradiar los cultivos celulares en estudio.
- Las medidas de dosimetría antes mencionadas se realizaron para descargas de hidrógeno (rayos X pulsados). También se han realizado mediciones de dosis dicéntricas para rayos X pulsados, neutrones y radiaciones mixtas; rayos-x y neutrones.
- Sobre el estudio de la radiación pulsada sobre células de cáncer, se eligió la línea de cáncer colorrectal (DLD-1) para irradiar, debido a interesantes resultados obtenidos por uno de nuestros investigadores en la Facultad de Medicina de la Universidad de Chile, quien irradió la misma línea celular a 12.0, 1.0 y 0.6 Gy usando una fuente de rayos-x convencional continua y estudió la muerte celular y daño en ADN.
- Estos resultados se compararon con los obtenidos mediante la irradiación con rayos-x pulsados utilizando 0.7 Gy. Las observaciones preliminares muestran que existe un porcentaje mayor de muerte celular para el caso pulsado (> 25%) que para el caso continuo (15%). Las razones de este mayor efecto se están estudiando mediante el análisis de microRNA característico para esta línea celular.
- Desde el punto de vista dosimétrico, se realizó la caracterización de la emisión de rayos-x y el seguimiento de la emisión de neutrones. Con respecto a la emisión de rayos-x producida cuando el gas de llenado es hidrógeno, se determinó la presión que maximiza la emisión.
- Se observó que la emisión de rayos-x es diferente para diferentes descargas. Por esa razón, se encontró un factor de corrección de salida para las mediciones realizadas. Para esto, se evaluaron dos sistemas

de monitoreo, TLD's y señales PMT. Una clara correlación lineal (coeficiente de correlación de 0.95) entre el área bajo la curva de la señal PMT y la salida medida por los dosímetros TLD100 fue encontrada 3.21×10^7 nC / Vs \pm 5%.

- Esta correlación promovería la posibilidad de determinar la producción de dosis sin el uso de dosímetros termoluminiscentes y solo a través de la señal fotomultiplicadora que actúa como un detector sustituto. Esto requeriría una calibración adecuada utilizando los dosímetros TLD 100 previamente calibrados en los términos deseados (dosis absorbida o dosis personal equivalente).
- En particular, dado que los estudios sobre la irradiación de células cancerosas en una fuente pulsada se llevan a cabo en este dispositivo, este método facilitaría la estimación de la dosis con una incertidumbre inferior al 10%.

Artículos publicados en 2018, ISI-WoS:

1. "Development, Characterizations and Applications of a Hand Touchable DC Plasma Needle for Bio-Medical Investigation". B. Bora, A. Aguilera, J. Jain, G. Avaria, J. Moreno, S. Gupta, L. Soto. IEEE Transactions on Plasma Science 46, 1768-1774 (2018). <https://doi.org/10.1109/TPS.2018.2824025>
2. "Deterministic physical systems under uncertain initial conditions: the case of maximum entropy applied to projectile motion". A. Montecinos, S. Davis and J. Peralta.
3. European Journal of Physics 39, 45102-12 (2018). <https://doi.org/10.1088/1361-6404/aaaf0c>
4. "Differential miRNA expression profiling reveals miR-205-3p to be a potential radiosensitizer for low-dose ionizing radiation in DLD-1 cells". R. Andaur, J. C. Tapia, J. Moreno, L. Soto, R. Armisen, K. Marcelain.
5. Oncotarget 9, 26387-26405/41 (2018). <https://doi.org/10.18632/oncotarget.25405>.
6. "Temperature is not an observable in superstatistics". S. Davis, G. Gutiérrez. Physica A 505, 864-870 (2018): <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.04.007>
7. "Ordered metastable states in the Potts model and their connection

with the superheated solid state”. F. Moreno, S. Davis, C. Loyola, J. Peralta. *Physica A* 509, 361–368 (2018): <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.06.006>

8. “The electrical asymmetry effect in a multi frequency geometrically asymmetric capacitively coupled plasma: A study by a nonlinear global model”. P. Saikia, H. Bhuyan, M. Escalona, M. Favre, B. Bora, M. Kakati, E. Wyndham, R. S. Rawat, J. Schulze. *Journal of Applied Physics* 123, 183303-9 (2018). <https://doi.org/10.1063/1.5023884>
9. “Energetics X-ray Burst Observation in the Collapse of an X-pinch Conducted in a Small Capacitive Generator of Low Impedance”. C. Pavez, A. Sepúlveda, N. Cabrini, J. Pedreros, G. Avaria, P. San Martín, L. Soto. *IEEE Transactions on Plasma Science* 46(11), 3829-3836 (2018). <https://doi.org/10.1109/TPS.2018.2876283>
11. “Experimental study and analytical modelling of the effect of the driving frequencies on dual frequency capacitively coupled plasmas”. P. Saikia, B. Bora, J. Schulze, and H. Bhuyan. *Physics of Plasmas* 25, 83501-1/10 (2018). <https://doi.org/10.1063/1.5032296>
12. “Probabilistic inference for dynamical systems”. S. Davis, D. González, G. Gutiérrez. *Entropy* 20, 696 (2018). <https://doi.org/10.3390/e20090696>
13. “Configurational temperature in constrained systems: the case of spin dynamics”. G. Gutiérrez, S. Davis, G. Palma.
14. *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* 51, 455003 (2018). <https://doi.org/10.1088/1751-8121/aae163>
15. “A methodology for the digital reconstruction of an interferogram, a schlieren image, or a shadowgram from a single digital holographic recording”. C. Pavez, J. Pedreros, G. Avaria, B. Bora, J. Moreno, L. Soto.
16. *Review of Scientific Instruments*, 89(12), 123103 (2018). <https://doi.org/10.1063/1.5023388>
17. “Bayesian statistical modelling of microcanonical melting times at the superheated regime”. S. Davis, C. Loyola, J. Peralta. *Physica A* 515, 546-557 (2018). <http://doi.org/10.1016/j.physa.2018.09.174>

- **Iniciativas de cooperación nacional e internacional:**

Cooperación nacional:

En el marco de proyectos en ejecución, se han hecho y mantenido colaboraciones con los investigadores: Gonzalo Gutiérrez (Facultad de Ciencias, Universidad de Chile), Katherine Marcelain y Ricardo Armisen (Facultad de Medicina, Universidad de Chile), Marcos Díaz (Universidad de Chile), Guillermo Palma (Universidad de Santiago), Joaquín Peralta (Universidad Andrés Bello), Luis Huerta (Universidad de Talca), Julio Vergara (Universidad Católica de Chile), Felipe Veloso (Grupo de Física de Plasma, Instituto de Física, Universidad Católica de Chile) y Jorge Ardila (Universidad Técnica Federico Santa María).

Iniciativas de cooperación internacional:

1. Las relaciones de cooperación con el grupo del Prof. Jorge Rocca, Distinguished Professor del Department of Electrical and Computer Engineering, y Director del NSF Engineering Research Center for Extreme Ultraviolet Science and Technology, Colorado State University, se han mantenido activas desde 2017.
2. En 2018, continuaron los vínculos generados entre los investigadores de la CCHEN y el equipo del Departamento de Materiales del Instituto de Fusión Nuclear de la Universidad Politécnica de Madrid (UPM), España.
3. En el marco del proyecto Fondecyt N°1151471 “Material Study of singular plasma domains in small plasma accelerators of type plasma-focus: Plasma Filaments” (DPTN-FAT-CP2) del investigador Cristian Pavez, en 2018 contamos con las visitas de Horacio Bruzzone, de la Universidad Mar del Plata (Argentina) y de Alejandro Clause, miembro de la Comisión de Energía Atómica de Argentina y Universidad del Centro.
4. El Laboratorio Subterráneo Internacional ANDES, propuesta apoyada por la CCHEN y liderada por los investigadores de la CCHEN, Francisco Molina y Marcelo Zambra, obtuvo el segundo lugar de las preferencias. El jurado de la Comisión de Ciencias y Tecnología de la Cámara de Diputados estaría actualmente deliberando.

Reuniones / visitas científicas:

- En marzo, un funcionario viajó a Educational Experimental Centre

of High Technologies (Uzbekistán), para participar en dos reuniones científicas del OIEA:

1. Research Coordination Meeting (RCM) of the Coordinate Research Project on Pathways to Energy from inertial Fusion: Materials beyond Ignition.
2. 8th IAEA Technical Meeting on Physics and Technology of Inertial Fusion Energy Chambers and Targets.
 - En marzo, un funcionario visitó el grupo de Espectroscopia Gamma y de Neutrones del Instituto de Física Corpuscular (CSIC) en España, en el marco de las actividades del proyecto Fondecyt que él mismo dirige.
 - Una de las investigadoras visitó el Instituto Max Planck de Física de Plasmas (IPP), el Instituto Leibniz de Ciencia y Tecnología del Plasma (INP) y el Centro Computacional de la Universidad de Greifswald (RZG), en Alemania. En IPP se trabajó con un código de fluidos y se desarrollaron nuevas utilidades. En el INP se vio cómo se podría utilizar el software COMSOL para el proyecto de Inserción que desarrolla la investigadora. En el RZG se trabajó en el desarrollo y dudas sobre el código. Gracias a la colaboración con el IPP, se consiguió que se traspasara el software BoRiS-CFD para cálculos de fluidos, el cual se estuvo ampliando en sus capacidades de ejecución durante la estadía en el Instituto.
 - En octubre, un investigador visitó el International Center for Theoretical Physics (ICTP) de la UNESCO, en Italia. Ahí montó un equipo plasma focus miniaturizado, con materiales trasladados desde la CCHEN, y resolvió junto a investigadores del ICTP los aspectos logísticos para luego entre el 29 de octubre y 9 de noviembre, volver a dictar un curso teórico práctico en la Escuela de Otoño de Física de Plasmas, organizada por el ICTP y el OIEA. A esta escuela internacional, fue invitado en calidad de “Lecturer”. Investigador participó en la reunión anual del International Center Dense Magnetized Plasmas (ICDMP), en Polonia.
 - En octubre, dos investigadores participaron en la conferencia “IAEA Fusion Energy Conference”, la conferencia de fusión nuclear más importante del mundo, donde solo hubo seis trabajos de países latinoamericanos (Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica y México). Dos de ellos fueron presentados por los investigadores de la CCHEN.

- Entre octubre y noviembre, un investigador del Laboratorio de Plasma y Fusión Nuclear del Departamento de Ciencias Nucleares, participó como profesor en la Escuela de Física de Plasmas, organizada en conjunto por el Centro Internacional de Física Teórica (ICTP) de la UNESCO y el OIEA. Asistieron investigadores y estudiantes de Pakistán, Argentina, Egipto, China, Chile, Irán, India, Rusia, Sudáfrica, Brasil, Austria, Italia, Marruecos, Grecia, Costa Rica, Georgia, Uzbekistán, Francia, EE.UU., Bangladesh, Indonesia, Cuba, Japón, Alemania, Bélgica y Tailandia. La escuela contó con 10 reconocidos profesores, de los cuales dos eran chilenos: Dr. Felipe Asenjo, físico teórico de la Universidad Adolfo Ibáñez y Dr. Leopoldo Soto, físico experimental de la CCHEN.
- Entre octubre y noviembre, un investigador del Departamento de Ciencias Nucleares participó en el experimento NP1612-RIBF148 del Laboratorio RIKEN Nishina-Center, “Masses, half-lives and beta delayed neutron emission probabilities relevant to understand the formation of the rare earth r-process peak” (proyecto Fondecyt 1171467). Este experimento buscó medir por primera vez la probabilidad de uno y dos neutrones beta retardados (P_{1n} y P_{2n}) en núcleos ricos en neutrones alrededor de la masa 156, además de otros datos nucleares como vida media y esquema de niveles de desintegración beta.

Asistencia a conferencias nacionales e internacionales:

- En enero, una investigadora participó como oyente en el “8th International Conference on Multiscale Modeling and Methods”. Una primera parte consistió en exposiciones en el Centro de Modelamiento Matemático (CMM) de la U. de Chile, y la segunda parte, en una Escuela de Verano en la Universidad Católica de Chile.
- S. Davis, G. Gutiérrez: “Emergence of Tsallis statistics as a consequence of invariance”, *Entropy* 2018, From Physics to Information Sciences and Geometry. Mayo, España.
- S. Davis, G. Avaria, B. Bora, J. Jain, J. Moreno, C. Pavez, L. Soto: “A model of accumulation of point defects in materials exposed to radiation”. Simposio de Nanotecnología Universidad Mayor. Septiembre, Chile.
- En noviembre, investigadores asistieron al XXI Simposio Chileno de

Física en Antofagasta. Las contribuciones fueron:

- “Computational Simulation of CuO Nanoparticles Synthesis by using a Plasma Torch”. K. Kauffmann et al.
- “Evolución temporal de la distribución de velocidades en sistemas descritos por la ecuación de Vlasov: resultados analíticos y computacionales”. A. Tamburrini et al.
- “Modelo estadístico bayesiano de tiempos de espera de fusión en sólidos”. S. Davis et al.
- “Estadística de las fluctuaciones de energía en sistemas nanoscópicos”. A. Montecinos et al.
- “Interpretation of electrical signals from a kJ plasma focus device and their relevance for optimal operation”. J. Jain et al.
- “On the presence of high-energy photons in x-ray pulses emitted from a hundred joules plasma focus device and its interpretation”. J. Jain
- “Observation and explanation of two pinching actions, seemingly opposite to each other, in a kilo joule plasma focus device”. J. Jain
- “Determinación de la densidad electrónica de una lámina de plasma mediante espectroscopia visible y estadística Bayesiana”. G. Avaria et al.
- “Developments and characterizations of Non-Thermal Atmospheric pressure Dual Frequency AC/RF Plasma”. B. Bora et al.
- “ Preliminary Results on 64Se and 66Se beta decay experiments at RIKEN Nishina Center and Mirror Symmetry”. Pablo Aguilera (Estudiante de Doctorado) et al.
- “Modificación del código Monte Carlo OpenMC para cálculos cinéticos de reactores experimentales”. Jaime Romero (Estudiante de Doctorado) et al.
- “Simulación Diseño y Construcción de Cono de Sombra para medidas de caracterización de detectores contadores proporcionales de 3He y BF3”. Franco López (Estudiante de Licenciatura) et al.
- “Estudio de la función respuesta de detección de fuentes continuas de neutrones en el rango ueV hasta MeV. Andres Ruiz (estudiante Magister) et al.
- “Funciones respuesta de detección para medidas de neutrones pulsados”. Byron Parra (estudiante Magister) et al.

- “Técnicas de Contraste de Fase Aplicada a Diagnósticos de Plasmas”. José Pedreros (Estudiante de Doctorado) et al.
- “Dinámica y Emisión de una Descarga Plasma Focus: Escalamiento en Rango Extendido de Densidad de Potencia de Entrada”. Maximiliano Zorondo (Estudiante de Magister) et al.
- “Miniaturized Pulsed Plasma Thruster Based On Plasma Focus Technology”. Rodrigo Silva (Estudiante de Doctorado) et al.
- Actividades de divulgación y difusión:
-

Se participó en el proyecto de Pasantías Escolares de Explora como:

- asesora científica del colegio Manuel Plaza en Lampa. Reuniones bimensuales de abril a septiembre.
- En agosto se realizó una charla sobre fusión en el colegio Jorge Huneeus Zegers, en La Pintana, como parte de “1000 Científicos, 1000 Aulas”. En ese marco, se realizó una charla sobre fusión en el Instituto Nacional General José Miguel Carrera, Santiago: “Plasma y fusión nuclear: en camino hacia la energía del futuro” (Septiembre).
- En octubre se realizó charla abierta en la CCHEN: “Star Trek y la Física”.
- Investigadora asistió en octubre a Conferencia Internacional “Energía + Mujer”.
- En noviembre, investigadora asistió invitada a programa radial en hobbyfm.cl para hablar sobre la charla “Star Trek y la Física”.
- En el marco de la actividad “Un día con un científico” del Proyecto Asociativo Regional-EXPLORA Conicyt, se realizaron dos visitas de estudiantes de enseñanza media al Laboratorio de Plasma y Fusión Nuclear, bajo la coordinación del Dr. Gonzalo Avaria:
- Julio: visita de los alumnos Felipe Quiñones (Colegio Andree) y Yerko Aniñir (Liceo Benjamín Vicuña Mackenna).
- Julio: visita de Gabriel Calisto (Liceo Benjamín Vicuña Mackenna).
- Alumnos participaron en actividades propias de la investigación que se desarrolla en el laboratorio, visitaron el RECH-1 y compartieron experiencias con el equipo del Departamento de Ciencias Nucleares.
- En octubre, investigador realizó charla “Efecto de descargas de plasma

sobre materiales para reactores de fusión nuclear”, en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Santiago, ante 60 alumnos de diversas carreras.

- Se discutió sobre la necesidad de eliminar la emisión de CO₂ en la atmósfera y de cómo las energías basadas en combustible nuclear pueden aportar a diversificar la matriz energética, de forma de mantener una baja emisión de CO₂, de cara a los desafíos planteados por el Cambio Climático y los pronósticos realizados por el Panel Internacional de Cambio Climático.
- En diciembre, investigador realizó charla de divulgación científica “El Núcleo Atómico”, a estudiantes de 8° a 3° medio del colegio San Joaquín de la Fundación Asoreca, en Renca.

Ciclo de Charlas DCN 2018:

- “¿Por qué no tenemos más Hipatía de Alejandría? Consideraciones sobre Mujer, Pensamiento y Ciencia en la Antigüedad Clásica”. Expuso Dra. Marcela Cubillos, profesora asociada, Instituto de Historia y Ciencias Sociales, Universidad de Valparaíso. Enero de 2018.

Trabajo de prácticas y tesis:

- Daniela Díaz, tesis de Magister del Programa de Física Médica, Universidad Católica de Chile y Facultad de Medicina de la Universidad de Heidelberg de Alemania. Directoras: P. Caprile (PUC) y A. Schwahofer (HU) | Codirector: J. Moreno (DCN-CCHEN). “Characterization of the emission generated by a Plasma Focus device”. Defensa realizada en noviembre.
- Diego González, tesis de Doctorado en Ciencias con mención en Física, Universidad de Chile. Director: S. Davis (DCN-CCHEN) | Codirector: G. Gutiérrez (Fac. Ciencias U. de Chile). “Mecánica Estadística fuera del equilibrio a partir del Principio de Máximo Calibre”. Trabajo de tesis terminado, su defensa será en enero de 2019.
- Vivianne Olguín, tesis de Ingeniería Física, Universidad Andrés Bello. Director: S. Davis (DCN-CCHEN). “Estudio de correlaciones microcanónicas de energías potenciales en el problema de fusión de sólidos

mediante simulación de dinámica molecular”. Defensa realizada en diciembre.

- Haridas Umpierrez, tesis de Licenciatura en Física, Universidad Andrés Bello. Director: S. Davis (DCN-CCHEN). “Use of the density of states and fluctuation theorem for non-extensive q-ensembles”. Defensa realizada en diciembre.
- Maximiliano Zorondo, tesis de Magíster en Física, Universidad de Chile. Director: V. Muñoz (U. de Chile) | Codirector: C. Pavez (DCN-CCHEN). “Implementación de la técnica de dispersión de radiación de Thomson en una descarga Plasma Focus de kilojoules”. Tesis en desarrollo.
- Byron Parra, tesis de Magíster en Ciencias con mención en Física. Universidad de Chile. Director: H. Arellano (U. de Chile) | Codirector: F. Molina (DCN-CCHEN). “Función Respuesta para flujos neutrónicos pulsados”. Tesis en desarrollo.
- Pablo Aguilera, tesis de Doctorado en Ciencias con mención en Física. Universidad de Chile. Director: H. Arellano (U. de Chile) | Codirector: F. Molina (DCN-CCHEN). “Análisis del esquema de desintegración de los núcleos Se-64 y Se-66, complementado con estudios de simulaciones Monte Carlo de detección de partículas betas y protones provenientes de esas desintegraciones usando detectores de silicio sensibles a la posición”. Tesis en desarrollo.
- Jaime Romero, tesis de Doctorado en Ciencias con mención en Física. Universidad de Chile. Director: H. Arellano (U. de Chile) | Codirector: F. Molina (DCN-CCHEN). “Flujo de Neutrones en un Reactor Experimental, mediante método Monte Carlo con Dependencia Temporal”. Tesis en desarrollo.
- Evelyn Neira, práctica Ingeniería en Física. Universidad Andrés Bello. Guía: J. Moreno (DCN-CCHEN). “Estudio de la caracterización en energía de la radiación proveniente de un Plasma Focus (PF)”. Práctica terminada.
- Felipe Corrales, práctica Ingeniería Civil Mecánica. Universidad de Chile. Guía: B. Bora (DCN-CCHEN). “Diseño de un recipiente para el tratamiento de desechos hospitalarios mediante antorchas de Plasma”. Práctica terminada.

- Luis Orellana, tesis de Magíster en Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Federico Santa María. Director: J. Ardila (UTFSM) | Codirector: R. Schurch (UTFSM) | Co-referente externo: G. Avaria (DCN-CCHEN). “Medición de radiofrecuencia mediante antenas para diagnóstico complementario en dispositivos plasma foco”. Tesis en desarrollo.
- Cabe destacar que el trabajo presentado por el alumno Luis Orellana del Magíster en Ingeniería Eléctrica de la Universidad Técnica Federico Santa María, fue reconocido como el “Mejor Póster de Física Experimental” del Simposio. Este trabajo fue realizado íntegramente en el Laboratorio de Plasma y Fusión Nuclear, bajo la supervisión del Dr. Gonzalo Avaria. La investigación se basó en la utilización de una antena tipo Vivaldi para caracterizar el espectro de emisión UHF desde la descarga PF-400J, en conjunto con mediciones de la emisión de pulsos de rayos-x a través de sistemas Centellador-Fotomultiplicador. En este trabajo se consideró la utilización de algoritmos de inteligencia artificial para determinar la presencia de patrones en la señal UHF que pueden ser relacionados con los pulsos de emisión de rayos X.

Postulación a proyectos de financiamiento externo:

- Agosto: se presentaron cinco proyectos a concurso Fondecyt Regular 2019, de investigadores Biswajit Bora, Sergio Davis, Gonzalo Avaria, José Moreno y Leopoldo Soto.
- Octubre: se presentaron dos proyectos al concurso Fondecyt de Postdoctorado 2019, para ser realizados en el DCN, por los doctores Rodrigo Andaur (investigador en biología y radiología), bajo el patrocinio de Leopoldo Soto; y del Dr. Jalaj Jain (físico), bajo el patrocinio de José Moreno.



Equipo de Plasma de Potencia Pulsada.

Departamento de Reactores de Investigación

Responsable: Eugenio Vargas Cárdenas

Contacto: eugenio.vargas@cchen.cl

Objetivo

Operar en forma segura y eficiente los reactores nucleares de investigación mediante el desarrollo de capacidades y personal entrenado, para emplear los instrumentos e instalaciones que usan los neutrones directamente en el núcleo del reactor o en el área experimental. Asimismo, prestar servicios de irradiación de materiales, satisfaciendo los requerimientos internos y externos de la Institución.

Promover el conocimiento de los reactores nucleares experimentales y su utilización en investigación y docencia a nivel nacional.

Hechos principales

Irradiación con neutrones:

En 2018, el RECH-1 operó 102 veces, acumulando un total de 1182 horas de funcionamiento, que representan 5780 Mwh de energía generada. Para mejorar la calidad de los radioisótopos producidos y responder al incremento en la demanda, las operaciones del reactor se realizaron los martes, viernes y sábado de cada semana. Se irradiaron blancos de Iridio-131 y Tecnecio-99m.

También se utilizó el Reactor para irradiar muestras enviadas por el Servicio Nacional de Geología y Minería (SERNAGEOMIN), quienes utilizan técnicas nucleares para determinar la data de minerales. Estas muestras son irradiadas en una posición diseñada y fabricada íntegramente en Chile. Adicionalmente, el reactor fue utilizado para la aplicación de las técnicas nucleares en el estudio y posterior optimización de procesos productivos de interés nacional tales como la minería y producción de hidrocarburos.

Capacitación y entrenamiento:

Desde 2016, el Departamento de Reactores de Investigación es parte del “Programa de desarrollo de capacidades para la operación sustentable de reactores nucleares de investigación mediante el entrenamiento de personal”, junto a instituciones de Argentina, Brasil, Colombia, Jamaica, México y Perú. Su objetivo es desarrollar capacidades humanas para la continuidad operacional de los reactores de investigación de Latinoamérica y el Caribe.

En este contexto, en octubre se desarrolló un curso de entrenamiento en operación y mantenimiento de reactores de investigación, utilizando el material académico que los participantes han generado. El curso fue dictado completamente por miembros de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (en Chile). Asistieron 12 representantes de seis países de la región. Funcionario culminó Curso de Especialización en Seguridad Nuclear, dictado por la Autoridad Regulatoria Nacional de Argentina.

Dos profesionales del grupo de Reactor RECH-1 se capacitaron en cálculo de blindajes, en el Instituto de Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), México.

Actividades rutinarias:

Se realizaron los cálculos neutrónicos necesarios para montar la configuración N° 77 y 78 del núcleo del reactor RECH-1 (marzo y octubre).

Se ingresaron al núcleo del reactor dos nuevos elementos combustibles de bajo enriquecimiento en ^{235}U (< 20%) fabricados por la Planta Elementos Combustibles de la CCHEN.

En 2018, se continuó usando, en forma paralela a los dosímetros oficiales, los dosímetros digitales, manteniendo el registro y comparación de ambos a toda la dotación de este Departamento.

Estos instrumentos de protección radiológica permiten la vigilancia, tanto del personal del reactor como de visitas externas, dando información relevante y oportuna en algunas actividades desarrolladas en los tubos de haces.

Para aportar a la seguridad del reactor y contribuir a la investigación y desarrollo de la DIAN, se desarrollaron las siguientes actividades:

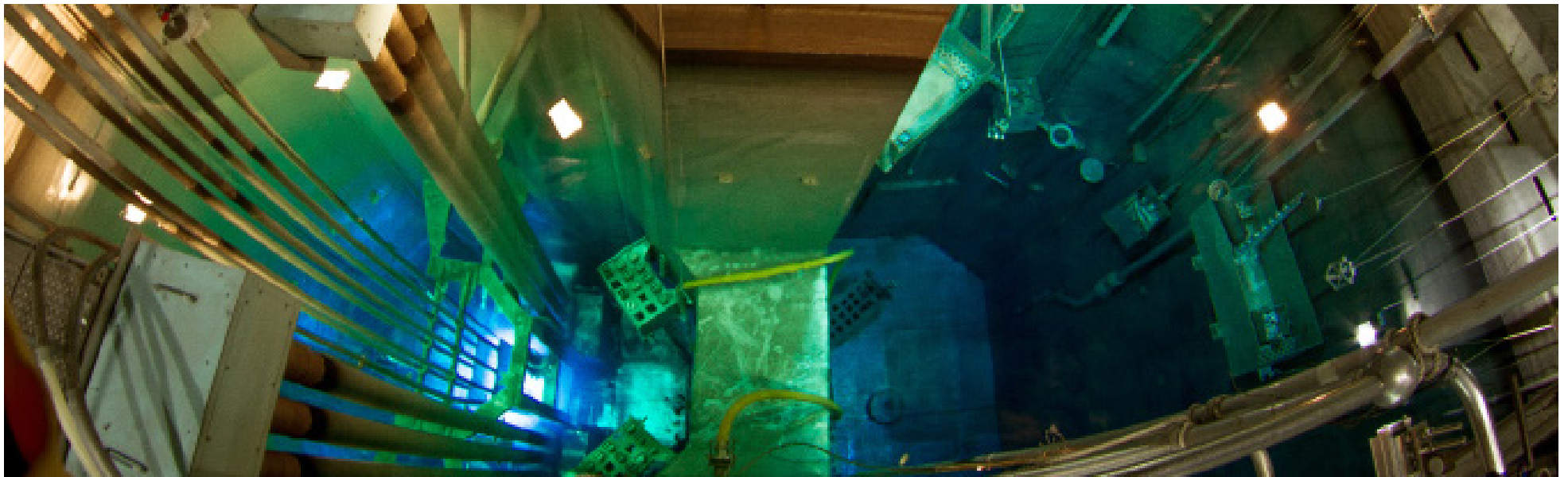
Medición de los flujos térmicos, epitérmicos y rápidos en las regiones D5 y D6 al interior del núcleo del RECH-1. Los resultados son comparados con los obtenidos mediante cálculos neutrónicos. Estos valores son relevantes para calcular la actividad de las distintas irradiaciones solicitadas por usuarios.

Se habilitó un sistema adicional de espectroscopia gamma al interior del reactor, para medir la actividad del agua de la piscina y resinas activadas que se producen en la planta de agua del reactor.

Se desarrolló un sistema de gestión de las actividades de operación de la instalación.

Participación internacional:

Funcionario continuó en 2018 con el desarrollo del proyecto Coordinated Research Project (CRP) del OIEA, relacionado con técnicas de monitoreo en línea de máquinas rotatorias en reactores de investigación.



Vistas piscina del Reactor Experimental RECH-1.

Departamento de Materiales Avanzados

Responsable: María José Inestrosa Izurieta

Contacto: mariajose.inestrosa@cchen.cl

Objetivo

Apunta a desarrollar y mantener conocimiento, tecnologías o capacidades en las diferentes etapas del ciclo del combustible nuclear, los Materiales Atómicos Naturales (MAN) y Materiales de Interés Nuclear (MIN), así como implementar y gestionar investigación y desarrollo que resulten de beneficio a la sociedad, fomentando la generación de conocimiento y la exploración de aplicaciones en las áreas de combustible nuclear, metalurgia de MAN y MIN, nuevos materiales y valor agregado de litio.

Hitos principales

Investigación Nuevos Materiales:

- Se implementó el Laboratorio Físico de Nuevos Materiales en el CEN Lo Aguirre.
- Se implementó el Laboratorio Químico de Nuevos Materiales en CEN Lo Aguirre.
- Inicio implementación del Laboratorio de Caracterización Eléctrica en CEN La Reina.
- Se fortalecieron las redes colaborativas con la Universidad Federico Santa María y la Universidad de Chile, por un lado, y con la Universidad Católica de Chile, Universidad de Chile y Universidad de Nantes (Francia), por otra, en el marco de proyectos de Inserción al Sector Productivo (PAI).
- Adjudicación del proyecto semilla “Extracción de magnesio y boro con líquidos iónicos: un nuevo enfoque en la purificación de salmueras de litio”, que sirvió de base para una solicitud de Patente Internacional (PCT - PCT/CL2018/050086) denominada “Medio de extracción que

optimiza la producción de sales de litio”, así como la postulación a un proyecto Fondef de Investigación Tecnológica 2018, IdeA: “Optimización en la producción de sales de litio aplicando un nuevo medio de extracción”.

Proyecto:

Se trata de un hito importante en lo que respecta a la invención de un nuevo medio orgánico de extracción que, aplicado a diferentes salmueras, permite separar en forma eficiente los iones de litio, magnesio y boro, independientemente del pH, reduciendo así las etapas de extracción. Con ello se optimiza la producción de sales de litio.

- Desarrollo de memoria de título en Ingeniería Civil Química, denominada “Evaluación de las propiedades termodinámicas de mezclas de líquidos iónicos como fluido térmico en plantas de almacenamiento de energía solar de potencia”.
- Funcionarios asistieron al Congreso 5th IWLIME – Taller Internacional de Litio, Minerales Industriales y Energía”, donde presentaron el póster “Un nuevo enfoque en el proceso de extracción de litio. Separación eficiente de Mg / Li usando un nuevo agente de extracción”.

Publicaciones (en el extranjero):

Título	Autores	Lugar Revista	Año
Comparison of performances of three active layers cascade OPVCs with those obtained from corresponding bi-layers	L. Cattin, Z. El Jouad, L. Arzel, G. Neculqueo, M. Morsli, F. Martinez, M. Addou, J. C. Bernede	Solar Energy	2018
Highlighting the possibility of parallel mechanism in planar ternary photovoltaic cells	L. Cattin, Z. El Jouad, M. B. Siad, A. Mohammed Krarroubi, G. Neculqueo, L. Arzel, N. Stephant, M. Mastropasqua Talamo, F. Martinez, M. Addou, A. Khelil, M. Morsli, P. Blanchard, and J. C. Bernede	AIP Advances	2018

• **Fabricación de Elementos Combustibles y otros materiales:**

Fabricación de Elementos Combustibles para el Reactor RECH-1: La fabricación de elementos combustibles se realizó según el plan de suministro solicitado por el Reactor Experimental RECH-1, que corresponde a 19 elementos combustibles. Esto, a su vez, está alineado con el nuevo plan de fabricación de elementos combustibles entre la CCHEN y el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), para el 2018-2021.

1. Componentes para irradiación de materiales: Durante 2018, se fabricaron cinco lotes con 627 cápsulas para irradiación de materiales, de las que se aprobaron para uso 620 unidades, destinadas a la Sección Producción de Radioisótopos y Radiofármacos.
2. Tomografía computarizada:

Contrato de prestación de servicio con la empresa Trazado Nuclear e Ingeniería Ltda., para ejecutar proyecto “Estudio de factibilidad técnica del servicio de tomografía de radiación gamma para inspección de tuberías en la industria nacional”.

La tomografía gamma aplicada al sector industrial está en pleno desarrollo y son pocos los países a la vanguardia en esta técnica. Corea es uno de los países que ha desarrollado equipamiento en esta área, a través del Instituto de Investigación de Energía Atómica de Corea (KAERI). Por eso, se realizaron las gestiones para que el OIEA enviara equipamiento de Tomografía Computarizada a nuestro país, en calidad de préstamo, para realizar pruebas tomográficas en tuberías de la industria minera. Lo anterior consideró la asesoría de dos expertos de KAERI por una semana en las instalaciones de la CCHEN.

Para los ensayos se acondicionaron tuberías metálicas provenientes de Compañía Minera Los Pelambres, dispuestas en estructuras metálicas para su montaje en el equipamiento de tomografía gamma. En el interior de las tuberías se pusieron distintos materiales para su detección e interpretación mediante imágenes.



Las imágenes dan cuenta del gran potencial de la técnica de tomografía gamma como herramienta para la inspección de tuberías, ya que con un adecuado software de procesamiento de imágenes, permite asegurar y determinar el área transversal efectiva y el cálculo de caudales en líneas de proceso. Además, permite conocer el estado actual de las tuberías en

cuanto a daños por abrasión y acumulación de sedimentos, lo que resulta de utilidad para su mantención preventiva.

- Proyecto **“Tecnologías de Ensayos no Destructivos para la Inspección de Estructuras Civiles e Industriales”** (RLA1014).

Proyecto formulado a partir del Perfil Estratégico Regional para América Latina y el Caribe 2016-2021, donde las tecnologías de inspección fueron identificadas como prioridad para el área de las tecnologías de radiación, en especial los Ensayos No Destructivos (END).

Proyecto fue concebido para promover la implementación de sistemas de certificación para la capacitación y calificación de personal en END, y actualizar los sistemas de certificación en cuanto a técnicas avanzadas de END en países donde ya se ha implementado estos sistemas, principalmente para inspección de estructuras civiles e industriales.

Hitos 2018:

Análisis para crear dos centros subregionales especializados en inspección de estructuras civiles que proveerán apoyo a países de la región en caso de emergencias.

Misión de experto. Representante del OIEA, César Belinco, ofreció asistencia y asesoramiento en la implementación del esquema de Calificación y Certificación de Personal en Ensayos no Destructivos. 30 de julio al 03 de agosto.

Seminario “Tecnologías No Destructivas al Servicio del País”: asistieron más de 60 participantes. Fue transmitido vía YouTube:

Parte 1: <https://www.youtube.com/watch?v=BqnFzqTOTw4&feature=-youtu.be>

Parte 2: <https://www.youtube.com/watch?v=BqnFzqTOTw4&feature=-youtu.be>

Conclusiones:

1. Se acordaron las condiciones para crear nueva Asociación Chilena de END.
2. Se acordó la próxima convocatoria para discutir estatuto de la nueva Asociación Chilena de END.

3. Mención explícita al futuro certificador en Chile para firmar acuerdo de reconocimiento mutuo (MRA) con el Comité Internacional de Ensayos No Destructivos (ICNDT).

En octubre se confirmó la designación de Chile como Centro Subregional de referencia para inspección de Estructuras Civiles. Además, se informó a la CCHEN sobre gestión de compra de equipamiento relativo a este ítem, desde el OIEA.

Funcionaria asistió al curso regional “Tecnologías avanzadas No Destructivas para la Inspección de estructuras civiles e industriales”, realizado en la Universidad de las Fuerzas Armadas, con el apoyo del OIEA y ARCAL. Mayo, Ecuador.

Publicaciones:

El conocimiento generado permitió publicar un artículo en revista con comité editorial y presentar tres trabajos en eventos internacionales.

Título	Autores	Lugar/Revista	Año
Evolución microestructural de un aleación de aluminio A356 con y sin reforzamiento de SiC sometida a molienda mecánica.	S. Ordoñez P. Palominos F. Martínez H. Fernández O. y J. Lisboa	Revista Materia. Vol. N° 23, N. 02. ISSN 1517-7076, artículo e-12144.	2018
UT Signals Processing for Characterization of UMo Fuel Plates.	L. Olivares A. Navarrete M. Barrera M. J. Alarcón J. Lisboa	Conferencia Internacional RERTR-2018, Noviembre, Escocia.	2018

Status Report of Mo-99 Production at CCHEN.	L. Olivares	Reunión sobre capacidad mundial de producción y fabricación de blancos de Mo-99 sin uranio muy enriquecido. Octubre. Austria.	2018
Tomografía gamma para el diagnóstico, en operación del estado interior de tuberías de transporte de fluidos.	M. Barrera H. Loyola	Curso de capacitación regional sobre desarrollo de capacidades para aplicaciones de tomografía industrial. Octubre, Brasil.	2018

Memorias de pregrado en Ingeniería:

Se realizó guía a seis trabajos de Ingeniería Civil Mecánica y Civil en Metalurgia, de Claudio Huaracán, José Suárez, José Salamanca y Matías Suárez, y de Paulina Núñez, Gabriela Rojas, Scarlett Espinoza y Camila Cabezas.

Planta Piloto de Hidrometalurgia:

Desarrollo de la metalurgia de MAN y MIN, con énfasis en uranio, litio y Elementos de Tierras Raras (ETR), y su recuperación como subproducto de procesos productivos en forma segura, tanto radiológica como industrialmente.

Aplicación de conocimientos adquiridos en la recuperación metalúrgica de elementos de interés económico presentes en minerales nacionales y residuos masivos mineros, con énfasis en trabajos orientados al desarrollo tecnológico de procesos.

Resultados relevantes:

Proyecto **“Obtención de concentrados de Elementos de Tierras Raras (ETR), a partir de minerales prospectados en la Región de Atacama, mediante la aplicación de procesos a escala piloto”** (IDeA Fondef). Resultado más relevante obtenido en las pruebas a nivel de laboratorio, fue la obtención de un concentrado de óxido de ETR, cuya ley es de 49,7%,

equivalente a 60,6% de óxidos de ETR. Cada operación se desarrolló utilizando parámetros operacionales escalables, que se utilizarán para producir óxidos de ETR a nivel piloto.

Para cumplir con los requisitos exigidos en las bases del proyecto Fondef, se diseñó una planta piloto para obtener concentrados de óxidos de ETR, utilizando los procedimientos y metodologías ya validadas.

Un hito a la fecha es el inicio de las pruebas de pilotaje en plantas continuas, según resultados obtenidos a nivel de laboratorio.

Funcionario visitó Centro de Tecnologías Minerales (CETEM), especializado en obtener, concentrar y purificar Elementos de Tierras Raras presentes en minerales portadores propios y como elementos asociados. Julio, Brasil. Participación de CCHEN como institución co-ejecutora en el Programa “Investigación y Desarrollo para la recuperación de elementos de valor desde relaves” (16PTECME-66527):

Su objetivo es desarrollar procesos físicos y químicos para aumentar la concentración de elementos de valor, como ETR, y lograr su disolución, a partir de muestras de relave o compuesto, proporcionadas por empresa JRI-acométales. Lo anterior se realiza en los laboratorios de la CCHEN, mediante la aplicación de técnicas y procesos ya probados en minerales portadores de ETR procedentes de la Región de Atacama.

55th Meeting of the Joint OECD/NEA-IAEA Uranium Group:

Funcionario asistió a este evento, donde se analizó la edición 2018 del “Red Book”, sobre recursos, producción y demanda de uranio a nivel mundial por país. En dicha reunión, expuso “Uranium, resources in Chile, prospection and recovery experience”. Octubre, República Checa.

Nuclear Knowledge Management School (NKMS):

Participación y aprobación de la KNMS, por parte de funcionario de la Unidad. El evento fue organizado por el IAEA en conjunto al International Centre for Theoretical Physics (ICTP) y fue realizado en la ciudad de Trieste, Italia. Los conocimientos y herramientas adquiridas son fundamentales para el apoyo en la implementación de un Programa de Gestión del Conocimiento Nuclear dentro de CCHEN, los cuales están enfocados principalmente a la

captura de habilidades/competencias en organizaciones del tipo nuclear.

Fecha: 30 de Julio - 03 de Agosto de 2018.

Publicaciones en el extranjero:

Título	Autores	Lugar/Revista	Año
“Application of a mathematical model to the Sierra Indiana ore leaching process containing thorium, by means of H ₂ SO ₄ solution and HCl”	Pedro Orrego Peter Fleming Jorge Skeet Ramón Ávila	World Journal of Nuclear Science and Technology (WJNST)	Octubre de 2018 (a publicar en Vol. 9, N° 1, enero de 2019)z
“Development of a Predictive Model for the Recovery of Rare Earth Elements from the Leaching Process of Chilean Ores”	José Hernández	HIKARI Ltd. Vol. 12, N° 12, 551-565.	2018

Departamento de Tecnologías Nucleares

Responsable: Adriana Nario Mouat
Contacto: adriana.nario@cchen.cl

Objetivo

Su objetivo es identificar, preparar, presentar y desarrollar proyectos de I+D+i para dar respuestas y soluciones a problemas o demandas en el ámbito público/privado, por medio de convenios nacionales e internacionales, donde el uso y aplicación de metodologías y técnicas isotópicas, complementadas a las convencionales, permiten fortalecer el conocimiento en las áreas de la salud humana, inocuidad alimentaria, agricultura y medioambiente (suelo/agua/aire y su relación con la flora y fauna).

Hechos principales

El desarrollo de proyectos de I+D se ha materializado con el apoyo de la Comisión y de otras instituciones del ámbito científico, productivo, público y privado. El carácter interdisciplinario que posee el DTN está dado por el conocimiento y la experiencia de sus integrantes.

Las actividades y colaboraciones internas y externas a la CCHEN en 2018 se han llevado a cabo por medio de diferentes proyectos y convenios:

- **Laboratorio de Radiobiología Celular y Molecular:**

Su foco se centró en actividades relacionadas con investigación y desarrollo tecnológico de la línea de salud humana y medio ambiente. En 2018, buscó fortalecer las redes de trabajo entre colaboradores nacionales e internacionales, dando paso a proyectos y participación en eventos de formación y actualización del conocimiento.

- Proyectos I+D internos (Semilla CCHEN 2018):
 1. “Estudio inicial para la caracterización radiológica y dosimétrica de parches de Holmio-166 con aplicación a la medicina”. Colaboración con el Departamento de Reactores de Investigación.
 2. “Desarrollo de metodologías para la caracterización de los efectos

biológicos de fuentes tipo plasma focus con potencial aplicación biomédica”. Se colaboró con el Departamento de Ciencias Nucleares.

3. “Ensayos preclínicos in vivo de 99mTc-EC-CCHEN” (Kit EC). Se colaboró con la División Producción y Servicios.
 - Capacitación:
 1. Dos funcionarios asistieron a charlas sobre Experimentación Animal en la Asociación Chilena de las Ciencias del Animal de Laboratorio (ASOCHICAL). Abril, Chile.
 2. Funcionaria realizó visita científica al Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos (LANIDER) y al Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ), OIEA-ININ, México (Agosto 2018), en el marco del proyecto CHI6021.
 3. Funcionaria asistió a Workshop in Strategies for sustainable food systems and natural resources in Chile and Sweeden, U. de Chile – PUC (Noviembre).
 4. Dos funcionarios asistieron al seminario “Metodologías analíticas: Espectrometría de masas y cromatografía de capa fina TLC/HPTLC, usos y aplicaciones”. Noviembre, ACHIPIA.
 5. Dos funcionarios asistieron a seminarios “Bienestar y cuidado animal” y “Asesoría de veterinario para instaurar mejores prácticas en Bioterio”. Además, participaron en reuniones en ASOCHITAL para elaborar reglamento Ley 20.380 sobre Protección Animal.
 6. Funcionaria asistió a charlas de experto del OIEA, Dr. Scott Chang “Evaluación de la emisión de gases efecto invernadero”, organizada por CCHEN y ODEPA. Diciembre.

Proyectos I+D:

- “Habilitación de la producción de generadores 99Mo/99mTc para mejorar disponibilidad y acceso de 99mTc a regiones”. Propuesta formulada ante el Ministerio de Desarrollo Social para proyectos de inversión social.
- “Mejora de las capacidades de producción de 99Mo y otros radioisótopos médicos seleccionados en reactores de investigación e instalaciones de procesamiento en la región” (RLA 6076, 2016-

2018). El proyecto contribuyó a la sostenibilidad de la capacidad diagnóstica y terapéutica en Medicina Nuclear y sentó las bases para que la CCHEN implemente mejoras en la utilización de su reactor experimental para la irradiación de blancos de trióxido de molibdeno. En 2018, se realizaron dos misiones de los expertos Dr. Diogo Do Santos (IPEN, Brasil) y Dr. Ignacio Márquez (Centro Atómico de Bariloche) que dejaron un modelo del núcleo del RECH-1, para ser usado en el código MCNP. Los resultados permitieron la caracterización de las posiciones de irradiación en el núcleo del flujo axial en irradiación y cálculos neutrónicos. Ocho profesionales del país recibieron capacitación, para mejorar las capacidades de producción de Radioisótopos y Radiofármacos. Posteriormente, se han propuesto y realizado mejoras continuas a los procesos de manufactura de los juegos de reactivos, específicamente en las planillas de producción, mejorando y complementando los requerimientos de las Buenas Prácticas de Fabricación.

- “Criterios de armonización sobre buenas prácticas de fabricación y control de calidad de radioisótopos y radiofármacos” (RLA 6080). En este marco, se realizó un taller organizado por el Instituto Nacional del Cáncer de Colombia, donde participó un representante de la autoridad reguladora sanitaria por país. Desde Chile, asistió una funcionaria del Departamento de Políticas y Regulaciones Farmacéuticas del Ministerio de Salud. En la oportunidad se compartió la experiencia de las regulaciones actuales de radiofarmacia en los países de la región y se debatió sobre aspectos relacionados con las regulaciones de la salud y de los radiofármacos. El curso “Producción y Control de Radioisótopos y Radiofármacos” se desarrolló en IPEN, Perú. Desde Chile participó una profesional de la Agencia Nacional de Medicamentos del Instituto de Salud Pública y un profesional de la CCHEN.

- **Laboratorio de Salud, Alimentos y Medio Ambiente:**

Actividades de I+D enfocadas en estudios y desarrollos de aplicaciones en el área de la salud humana y medio ambiente, a partir de energía ionizante proveniente de fuentes emisoras de radiación gamma, utilizando irradiadores experimentales con fuentes radioactivas de Cobalto-60 y Cesio-137.

Proyectos de I+D presentados en 2018:

1. “Nuclear techniques to improve the adaptation and productivity of forest species facing climate change” (CHI2018005). Proyecto presentado junto a profesionales de INFOR, al ciclo de Cooperación Técnica del OIEA 2020-2021.
2. “Evaluación de la radio-hórmesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies *Eucalyptus nitens* y *Peumus boldus*”. Proyecto presentado al Concurso Nacional Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo del CONICYT (PAI). En marzo de 2019 se integra a la CCHEN el Ingeniero Agrónomo el Dr. Daniel Villegas para liderar este proyecto, relevando actividades de aplicaciones de las radiaciones para el mejoramiento vegetal.
3. “Desarrollo de una estrategia de control y prevención de la enfermedad de Loque Americana en colmenas chilenas mediante el uso de radiación gamma para el fortalecimiento de una apicultura nacional sustentable”. Proyecto presentado al Concurso Nacional Inserción de Capital Humano Avanzado en el Sector Productivo del CONICYT (PAI). No resultó adjudicado.
4. “Aplicación de tecnología nuclear en la inocuidad alimentaria: estudio exploratorio para la eliminación de micotoxinas en alimentos mediante radiación gamma”. Proyecto Semilla CCHEN.

Proyectos I+D en desarrollo:

1. “Study, optimization and irradiation conditions in bones, causing minimal structural damage. Determination of expiration time of irradiated skin tissue preserved at refrigeration temperature”. Proyecto OIEA, que estudia el comportamiento de los tejidos biológicos irradiados en relación a su óptima conservación en el tiempo. Se ha continuado con repeticiones de ensayos de microscopía electrónica y tinciones para confirmar los resultados obtenidos. En 2018 se evaluaron los resultados para su divulgación en artículos científicos.
2. “Diseño y construcción de un irradiador gamma prototipo para el desarrollo de la técnica del insecto estéril (TIE)”. Las condiciones

climáticas de algunas zonas de América Latina son propicias para la reproducción y propagación del mosquito *Aedes aegypti*, vector de enfermedades como el dengue, zika, chikungunya y fiebre amarilla. De ahí el interés de implementar esta Técnica para combatir y erradicar el mosquito. Ello, mediante el tratamiento de pupas de insecto con radiaciones ionizantes para inducir su esterilidad en etapa adulta. El tratamiento se realiza en un irradiador de Cobalto-60 autoblandado, cuya operación no afecta a los operarios que lo aplican ni a la población. Asimismo, por el tipo de radiación utilizada, los insectos liberados no quedan radiactivos. En 2018, el equipo de trabajo diseñó y construyó un irradiador gamma prototipo que hoy está a la espera de ser cargado con las ocho fuentes de Cobalto-60, provenientes de la Planta de Irradiación Multipropósito (PIM), una vez se defina su ubicación.

Proyectos colaborativos:

1. “Aumento del Rendimiento y del Potencial Comercial de los Cultivos de Importancia Económica” (RLA5068). CCHEN lleva a cabo una línea de investigación y desarrollo tecnológico, mediante mutagénesis radio inducida para el mejoramiento vegetal, promoviendo así el uso de los irradiadores gamma experimentales.
2. Este proyecto, que cuenta con apoyo del OIEA, ha sido la base para la formación de una red de colaboración entre profesionales CCHEN con universidades e institutos gubernamentales que buscan adoptar las radiaciones en sus propios estudios.
3. En 2018, producto de la misión de experto realizada en Chile a cargo de la Dra. María Caridad González (diciembre 2017), se generó una alianza con profesionales del Instituto Forestal (INFOR) para introducir la tecnología en los estudios de especies forestales, ya que debido al cambio climático e incendios forestales estivales, durante los últimos tres años, especies nativas y exóticas se han visto mayormente afectadas.
4. En ese marco, se solicitó al OIEA una misión de experto, a cargo del Dr. Brian Forster, reconocido especialista en mejoramiento vegetal,

quien apoyó en la prospección de la aplicación de la tecnología de radio mutagénesis en el ámbito forestal.

5. Dicha misión se realizó en septiembre, e incluyó el Taller “Aplicación de tecnologías nucleares en conservación y mejoramiento genético de especies forestales nativas y exóticas”, replicado en INFOR Concepción.
- 6.
7. El resultado fue muy positivo, al permitir presentar al OIEA el proyecto de Cooperación Técnica (2020-2021) “Aplicación de técnicas nucleares, moleculares y biotecnológicas para mejorar la adaptación y el crecimiento de especies forestales nativas y exóticas ante el cambio climático” (CHI2018005).
8. Esta iniciativa se ejecutará en forma conjunta entre INFOR y CCHEN, con el fin de abordar el mejoramiento de especies nativas y exóticas productivas.
9. Siguiendo esta línea, se organizó una capacitación a cargo de los países que tienen mayor experiencia en estudios de mutagénesis radio inducida, los que han llegado incluso a registrar variedades resistentes a estrés y enfermedades.
10. “Desarrollo de la técnica de insecto estéril (TIE) mediante radiación ionizante para el control de la plaga cuarentenaria *Lobesia botrana*, técnica amigable y sustentable con el medio ambiente”. Proyecto conjunto entre la CCHEN, FDF y el SAG.
11. Los estudios realizados han llevado a determinar la dosis de irradiación óptima de 150Gy para la esterilización de pupas.
12. Desde 2016, se ha realizado la liberación de insectos en pruebas de liberación urbana en 10 parrones caseros seleccionados en la zona de Quilicura. Así, en forma semanal, se han liberado 10.000 polillas estériles para evaluar su capacidad de vuelo, porcentaje de recaptura con respecto a las silvestres, presencia de estados inmaduros en los parrones evaluados, etc.
13. Los resultados han sido muy promisorios, dado que el porcentaje de

esterilidad de machos y hembras es mayor al 99%, heredándose la esterilidad en la descendencia del pequeño porcentaje de insectos provenientes de huevos fecundados.

14. Es clave realizar liberaciones a una escala mayor, considerando al menos 1.000 polillas tratadas por hectárea, lo que se espera realizar en una nueva etapa del proyecto en 2019.

Capacitación:

- Funcionaria asistió a “Curso Regional de Capacitación en Mejoramiento Genético para Resistencia a Estrés Bióticos Mediante Inducción de Mutaciones”. Marzo, México.
- Funcionaria asistió a Taller “Interregional Training Course on analysis of Mycotoxins in Foods of Significant Consumer Health and Trade Concern”, del OIEA y SAG. Agosto, Chile.
- Funcionaria asistió al Curso Regional sobre el enfoque del marco lógico y el diseño de proyectos de cooperación técnica, del OIEA y la CCHEN. Noviembre, Chile.
- Funcionaria asistió al “Curso Regional de Capacitación en Biología Molecular y Bioinformática para el Mejoramiento Genético de Cultivos Agrícolas Obtenidos por Inducción de Mutaciones” (RLA5068), del OIEA y ITSON. Diciembre, México.
- Funcionaria asistió a FAO/IAEA International Symposium on Plant Mutation Breeding and Biotechnology, Poster Chilean first steps in plant mutation breeding. Agosto, Austria.
- Funcionaria asistió al 4º Seminario TecFood 2018 “Inocuidad: micotoxinas y su impacto en la industria alimentaria”. Agosto, Chile.
- Funcionaria asistió a Seminario Internacional de Seguridad en Laboratorios. Agosto, Chile.
- Dos funcionarias expusieron “CCHEN y el uso de tecnologías nucleares en agricultura” a alumnos de postgrado de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica de Chile. Abril, Chile.
- Dos funcionarios participaron en proyectos EXPLORA, prospectando los efectos de la radio hormesis en la germinación de semillas y cre-

cimiento de espinaca, junto a alumnos del colegio The Southern Cross School de Las Condes, y en semillas de césped, con alumnos de la Escuela Domingo Santa María González de Renca.

- Respecto a convenios de cooperación, en 2018 se gestionaron dos importantes convenios con el Instituto Forestal (INFOR) para aplicar las técnicas de irradiación en mejoramiento de especies forestales y con la Fundación para el Desarrollo Frutícola (FDF) para el control de insectos en el área frutícola.

Laboratorio Metrología Química y Activación Neutrónica:

Proyecto de I+D interno (Semilla 2018):

“Desarrollo de una metodología para la determinación de isótopos estables de Zinc mediante ICPMS para su aplicación en estudios nutricionales y medicina”. Los beneficiarios son los investigadores interesados en ocupar esta tecnología y también las personas en las cuales se aplicarían estas metodologías. Con ello se logra establecer metodologías analíticas de alta calidad en forma local, las que impactan significativamente en la cantidad y calidad de estudios que se pueden desarrollar en forma autónoma.

Otros proyectos:

Proyecto “Evaluación de componentes de aerosoles atmosféricos en áreas urbanas para mejorar la gestión de la contaminación del aire y de cambio climático” (RLA7023).

Gracias a este estudio se obtendrá información sobre los niveles de concentración de los aerosoles. La idea es focalizar en la fracción menor a 2.5 µm (PM2.5) en los principales conglomerados urbanos de América Latina y su composición física, química e isotópica (carbono negro, compuestos orgánicos, metales, metaloides, precursores de los sulfatos, las relaciones 12C/13C), mediante el uso de diversas técnicas analíticas nucleares. Esto se complementará con el monitoreo del transporte de polvo a larga distancia, el que se realizará combinando la información de imágenes y productos satelitales, observaciones meteorológicas de superficie cercanas a las ciudades en estudio, y datos de reanálisis del National Center for Environmental Prediction (NCEP, por sus siglas en inglés).

Mediante la aplicación de técnicas estadísticas se identificarán fuentes principales de emisión.

Proyecto “Utilización de Técnicas Nucleares en Apoyo de la conservación y la Preservación de Objetos del Patrimonio Cultural” (RLA0058), cuyo objetivo es promover y armonizar el uso de técnicas nucleares en apoyo a la preservación, conservación y caracterización del patrimonio cultural. En 2018 se realizaron las siguientes actividades:

1. Análisis de sitios de estudio y diseño de muestreo.
2. Definición de protocolos de preparación y análisis de muestras.
3. Recolección y almacenamiento de muestras.
4. Análisis de 125 muestras de pelos de momias de distintos asentamientos arqueológicos del norte del país.
5. Participación en Curso Regional de Capacitación sobre Técnicas Avanzadas de Análisis Estadístico Multivariado para la Evaluación de Datos. Septiembre, Uruguay.

Convenio colaborativo con la Facultad de Ciencias Químicas de la Universidad de Chile en Estudio de nanopartículas de oro y otros, para fines de detección y tratamiento de cáncer y alzheimer (2015 – 2017).

Se tomaron más de 200 muestras en laboratorio para evaluar la distribución de nanopartículas de oro-197 en órganos, para identificar presencia en moléculas específicas y asociarlas a la presencia de enfermedades. Con la técnica de activación neutrónica, se genera el isótopo oro-198 radiactivo, que permite el análisis con exactitud.

El objetivo es obtener una metodología analítica con bajos límites de detección e incertidumbres para la determinación de oro en muestras pequeñas de tejidos biológicos y para nanopartículas, basada en la técnica de Análisis por Activación Neutrónica Instrumental.

Esta metodología permite incorporar una nueva herramienta basada en el uso de nanopartículas de oro, para el desarrollo de nuevos tratamientos para terapia y diagnóstico de enfermedades crónicas (cáncer, cardiovasculares y sistema nervioso central) y para mejorar conocimientos biológicos que puedan ser incorporados en la medicina.

En el marco de un convenio con la Universidad Católica de Chile, se

analizaron 221 muestras de orina de habitantes de Chañaral, donde se determinaron cinco especies de arsénico, además de cobre, níquel, plomo y mercurio. También se analizaron 200 muestras de suelos, por los mismos elementos.

Como servicio analítico interno, se analizaron 140 muestras de minerales y de soluciones de lixiviación por los Elementos Tierras Raras, utilizando Análisis por Activación Neutrónica y Espectrometría de Masas.

Publicaciones y presentaciones en Congresos:

“Improving gold nanorod delivery to the central nervous system by conjugation to the shuttle Angiopep-2”.

Autor: C. Velasco, F. Morales, E. Salas, E. Gallardo, O. Andonie, L. Muñoz, X. Rojas.

Nanomedicine Vol. 12, N°20. 2017.

“Peptide multifunctionalized gold nanorods decrease toxicity of β -amyloid peptide in a Caenorhabditis elegans model of Alzheimer’s disease”.

Autores: F. Morales, H. Arriagada, C. Velasco, L. Muñoz, X. Rojas, M. Kogan. Nanomedicine, Volume 13, Issue 7, Pages 2341-2350., 2017.

“Arsenic in the hair mummies from agro-ceramic times of Northern Chile” (500 BCE-1200CE.

Autores: J. Echeverría, H. M. Niemeyer, L. Muñoz, M. Uribe.

Journal of Archeological Science: Reports 21 (2018) 175-182.

“Desarrollo de una metodología para la determinación de isótopos estables de Zinc mediante ICPMS para su aplicación en estudios nutricionales y medicina”.

Asistieron: Gaete P., Muñoz L., Ruz M. XIV Encuentro de Química Analítica y Ambiental, noviembre.

“Gold nanoparticles as tracking devices to shed Light on the role of caveolin-1 early stages of melanoma metastasis”.

Autores: S. Guerrero, V. Díaz, P. Contreras, P. Lara, S. Palma, X. Rojas, F. Guzmán, L. Lobos, A. Cárdenas, L. Muñoz, M. Kogan, A. Quest.

Nanomedicine 13, 12, 1447-1462. 2018.

Capacitación:

- Funcionaria asistió al “Curso regional de capacitación sobre aseguramiento de calidad en la toma de muestras de material particulado atmosférico”, organizado por la Universidad Nacional de Costa Rica. Octubre, Costa Rica.
- Funcionaria asistió a “Regional Training Course on Method validation and quality assurance of APM analysis using NATs”, Universidad de Costa Rica. Octubre.
- Funcionario asistió a “Training workshop on the IAEA Neutron Activation Analysis E-learning course”. Septiembre, Austria.
- Curso “Aplicación de técnicas quimiométricas en la evaluación de datos medioambientales”, auspiciado por el OIEA y la CChEN, en el marco del proyecto “General Capacity Building” (CHI0027). Fue dictado por experto Dr. Alberto Quejido. Septiembre, Chile.

Laboratorio de Isótopos Ambientales:

Hidrología Isotópica:

- Monitoreo del Ciclo Hidrológico usando isótopos estables. Información es utilizada para estudios del recurso hídrico, tanto en zonas no áridas, áridas y semiáridas. También sirve para determinar el origen de la recarga del agua subterránea, interconexión de acuíferos, interconexión entre aguas superficiales y subterráneas, intrusión marina, caracterización de lluvias y otros.
- Medio Ambiente:
- Estudios de contaminación de acuíferos por actividades mineras, agrícolas y domésticas.
- Asesorías en toma de muestras, mediciones fisicoquímicas en terreno y análisis de contenido isotópico de deuterio (2H), oxígeno-18 (18O) en aguas, carbono-13 (13C) en carbonato disuelto, sedimentos carbonatados y materia orgánica, nitrógeno-15 (15N) y oxígeno-18 (18O) en aguas.
- Servicio de muestreo de 3H y 14C
- Asesorías en uso de técnicas con isótopos estables desarrollados en el Laboratorio, Espectrometría de Masas, Espectroscopía Láser y mantenimiento de sistemas de vacío.

- Participación en Red de Monitoreo de Precipitaciones:
- Basado en el Programa internacional Monitoreo de Precipitaciones para Global Network for Isotopes Precipitation (GNIP), coordinado por el OIEA y la Organización Mundial de Meteorología (OMM).
- El objetivo es mantener un registro actualizado anual de datos isotópicos de precipitación de todo el mundo, donde participa Chile. Esta información es útil en estudios hidrogeológicos, oceanografía e investigaciones relacionadas con cambio climático y calentamiento global.
- En Chile contamos con la colaboración de la Dirección de Meteorológica de Chile y la Dirección General de Aeronáutica Civil, además de un acuerdo con la Dirección Regional de Aguas de Arica y Parinacota.
- Con este apoyo, se han instalado colectores especiales de toma de muestra de lluvia en seis puntos de monitoreo: Putre, La Serena, Isla de Pascua, Santiago, Puerto Montt y Punta Arenas.
- Durante el periodo, se enviaron al OIEA las muestras para análisis tritio correspondiente a las aguas lluvia colectada por estaciones de Isla de Pascua, Santiago y Puerto Montt.

Proyectos de I+D:

“A multi-approach assessment of “mountain block recharge in rural, middle mountain rain-fed areas of North Central Chile” (Proyecto Fondecyt N° 1150587 (2015-2017)

Desarrollado junto al Dr. Ricardo Oyarzún, de la Universidad de La Serena (ULS). Su objetivo fue caracterizar y determinar los procesos de recarga en zonas de secano áridas de montaña media y semi-áridas, sobre la base del uso integrado de diferentes técnicas analíticas en diferentes escalas espaciales y temporales, incluyendo dentro de estas las herramientas isotópicas derivadas de las aplicaciones nucleares.

Publicación:

“Groundwater recharge assessment in a rural, arid, mid-mountain basin in North-Central Chile. 2018”.

Autores: E. Sandoval, G. Baldo, J. Núñez, J. Oyarzún, J. P. Fairley, A. Hoori, J.L. Arumí, E. Aguirre, H. Maturana y R. Oyarzún.

Hydrological Sciences Journal, Volume 63 Issue 13-14. 1873-1889.

“Strengthening monitoring of water resources in mining and industrial activity areas using isotopic techniques” (CHI7013).

En colaboración con DGA, SERNAGEOMIN, CCHEN, U. de Barcelona y Minera Los Pelambres.

Su objetivo fue integrar el uso de la técnica de isótopos ambientales al programa de monitoreo de fuentes de agua del sector de El Tranque. Las herramientas isotópicas serán un parámetro más que complementará y fortalecerá la información obtenida del monitoreo químico convencional, para evaluar la eficiencia de la barrera hidráulica de los tranques de relaves.

Publicaciones:

“Aplicación de la geoquímica isotópica en la caracterización del impacto potencial de las balsas de lodos pórpidos cupríferos 2018”.

Tesis de Magíster de Recursos Minerales y Riesgos Geológicos Especialidad: Recursos minerales.

Autor: Agnès Saleta i Daví, Universidad Autónoma de Barcelona.

“Isotope Geochemistry as management tools for hydraulic barriers effectiveness in tailings dams”.

Autores: A. Saleta, I. Davi, A. Soler, D. Mavarró, C. Quintana, D. San Miguel, M. Musalem, G. Novoa, C. Carrasco, E. Aguirre y M. Escudero.

Trabajo enviado a Simposio Internacional: “Isotope Hydrology Advancing the understanding Water Cycle”.

“Utilización de Isótopos Ambientales e Instrumentos Hidrogeoquímicos Convencionales para Evaluar los Efectos de la Contaminación causada por las Actividades Agrícolas y Domésticas en la Calidad de las Aguas Subterráneas” (RLA-7021)

En colaboración con CCHEN, Universidad de Concepción y DGA.

Proyecto finalizó con el estudio de caso: “Aplicación de Herramientas isotópicas e Hidroquímicas para evaluar impacto de compuestos nitrogenados en Aguas del sector de Peumo y Las Cabras”.

Objetivos: (i) caracterizar el modelo hidrogeológico conceptual en los aspectos que condicionan el origen, circulación del agua subterránea y su relación con la fase atmosférica y superficial del ciclo hidrológico, (ii) establecer el modelo de contaminación teniendo en cuenta las fuentes

contaminantes con énfasis en los procesos de transporte que afectan a los compuestos del nitrógeno y (iii) divulgar resultados.

Publicaciones:

“Utilización de Isótopos Ambientales e Instrumentos Hidrogeoquímicos Convencionales para Evaluar los Efectos de la Contaminación causada por las Actividades Agrícolas y Domésticas en la Calidad de las Aguas Subterráneas”.

Informe Técnico EA-2. 2018. 16 p.

“Use Environmental Isotopes and Hydrogeochemistry to Assess the Effect of Pollution Causes of Pollution Caused of Agriculture and Domestic Activities on the Quality of the Groundwater” 2018.

Autores: M. Escudero, E. Aguirre, J.I. Arumi, J.C. Salgado y R. Aravena. Presentado a Simposio “Isotope Hydrology Advancing the understanding Water Cycle”.

Laboratorio de Agricultura:

- En 2018, se continuó fortaleciendo la red estratégica de colaboradores nacionales e internacionales, mediante proyectos que incluyeron contrapartes del Ministerio de Agricultura, tales como: SAG, Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP), Oficina de Estudios y Políticas Agrarias (ODEPA), Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA), así como también de la Universidad Católica, Universidad de Chile, Universidad Mayor, Universidad Católica de Temuco y la Universidad Austral de Chile.

Proyectos I+D:

- “Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de los plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes en Ecosistemas Acuáticos Continentales importantes para la Agricultura y Agroindustria” (RLA7019):
- Finalizó con reunión realizada en marzo, cuyos resultados se resumen en:
- La mayoría de los países produjeron mapas de riesgo y utilizaron plantillas basadas en los modelos AQUATOX y SWAT para predecir el comportamiento de los contaminantes en las áreas de estudio y comunicarlas a los tomadores de decisión.

- Se generaron bases de datos por cada país participante. En algunos casos se utilizó el Modulo de Gestión de Datos Ambientales-MGDA, disponible en la página de RALACA.
- Aumentó el número de miembros de la Red RALACA. Su objetivo es promover la difusión de la información generada sobre la calidad del agua a nivel regional.
- Se realizaron entrenamientos para mejorar la capacidad analítica de los laboratorios, mediante la aplicación de técnicas nucleares y bioanalíticas.
- Se generaron guías o protocolos que contribuyeron a implementar el monitoreo de alerta temprana sobre los recursos hídricos en todos los países. Cabe mencionar que la CCHEN es responsable de la mantención y actualización de contenidos del sitio web de RALACA: <http://www.red-ralaca.net/>
- Emisiones de Gases NH₃, N₂O, CH₄ y CO₂ en cultivo de maíz con fuentes de fertilizante nitrogenado utilizando técnicas isotópicas (CRP 18646): Objetivo: evaluar la contribución de la actividad agrícola a la contribución o mitigación de los gases efecto invernadero para asegurar la sustentabilidad de los sistemas agrícolas.
- En 2017 - 2018 se establecieron cuatro tratamientos en los cuales se está evaluando el efecto de un inhibidor de la nitrificación, incorporado a la urea (como producto terminado) y como gel adherido a la urea de manera mecánica.
- En octubre, una funcionaria realizó un entrenamiento para el seguimiento del proyecto Emisión de Gases Efecto Invernadero generado por la actividad agrícola. Fue organizado por la Universidad de Justus Liebig (JLU), Alemania. El objetivo fue conocer cómo se generan proyectos de investigación relacionados con el impacto del cambio de parámetros climáticos y el manejo de cultivos agrícolas (praderas) en el comportamiento de suelo-vegetal-microbiano y la generación de gases efecto invernadero. Ello para comprender la transformación y dinámica del nitrógeno y carbono, y los métodos analíticos para la determinación de nitrógeno (gases N₂O, NH₄, NO₃, NO₂), incluyendo el isótopo ¹⁵N-fertilizante.
- En el marco del trabajo conjunto entre la CCHEN y ODEPA para

evaluar la emisión de gases de efecto invernadero, el experto de la Universidad de Alberta (Canadá), Dr. Scott Chang, realizó una serie de charlas acerca del ciclo del carbono, las emisiones de gases de efecto invernadero en diferentes tipos de ecosistemas, muestreo de suelo, técnicas de análisis, además de uso y desarrollo de sistemas agroforestales para aumentar la fijación de carbono en la tierra. En ese marco, se abordaron las medidas que el sector agrícola debe implementar para adaptarse al cambio climático. Diciembre, Chile.

- “Mejora de los sistemas de producción agrícola mediante la eficacia en el uso de los recursos” (RLA5065): El objetivo es contribuir al desarrollo de sistemas agrícolas sostenibles, a través de la incorporación de pasturas de leguminosas en la rotación de cultivos, para reducir los insumos inorgánicos y mejorar las propiedades biológicas y físico-químicas de los suelos en ambientes de clima mediterráneo. La CCHEN es contraparte nacional de este proyecto, liderado por el INIA. Aunque finalizó en 2017, en 2018 se realizaron cuatro experimentos en el Centro Experimental de Cauquenes-INIA Región del Maule, donde se aplicaron dosis de fertilizante nitrogenado (15N) para evaluar la eficiencia de uso de nitrógeno de las especies, utilizando técnicas isotópicas. Se concluyó que el uso de leguminosas, tanto utilizadas como abono verde, como en rotaciones de praderas con cereales, constituyen una excelente alternativa para el manejo sustentable de los sistemas productivos en la región Mediterránea de Chile.
- En 2018 se concluyeron análisis de material vegetal y suelo, y se están analizando los resultados que serán utilizados para la preparación de artículos científicos y eventos divulgativos preparados por INIA.
- “Mejora en la eficiencia en el uso del agua asociada a estrategias de adaptación y mitigación al cambio climático en la agricultura” (RLA5077):
- En su primer año se realizó en la CCHEN el primer curso regional sobre isótopos estables (oxígeno-18, hidrógeno-2 y nitrógeno-15) para evaluar la eficiencia en el uso del agua y su relación con la evapotranspiración en sistemas agrícolas.
- Durante la actividad, que reunió a cerca de 20 representantes de 13 países de Latinoamérica y El Caribe, se desarrollaron jornadas teó-

ricas, trabajo práctico en el laboratorio e, incluso, hubo una salida a terreno coordinada por el Dr. Osvaldo Salazar a la Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile (contraparte nacional en este proyecto).

- En la oportunidad, se instaló un equipo de extracción de agua desde matrices sólidas, como suelo y vegetal.
- “Mejora de las prácticas de fertilización en los cultivos mediante el uso de genotipos eficientes, macronutrientes y bacterias promotoras del crecimiento de las plantas (RLA5078):
- El objetivo es mejorar la productividad de los cultivos mediante el uso de genotipos de cultivos eficientes en nutrientes y biofertilizantes/bioestimulantes para optimizar la seguridad alimentaria.
- Se realizó el curso regional “Capacitación sobre técnicas de nitrógeno 15 para mejorar la eficiencia de los nutrientes y la productividad de los cultivos sobre el terreno”, en el Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares (ININ). Octubre, México.
- Participó una funcionaria de la CCHEN, junto al ingeniero agrónomo Ernesto Vega, del SAG. La capacitación contó con 32 participantes de 17 países de Latinoamérica y el Caribe, quienes asistieron a actividades teórico-prácticas sobre técnicas isotópicas para la investigación agrícola con nitrógeno-15, técnica de fósforo-32 en estudios de la interacción nutriente-biofertilizante, fijación biológica del nitrógeno y el desarrollo agrícola, así como planificación, ejecución y evaluación de experimentos mediante técnicas isotópicas.
- En diciembre se recibió la misión de experto, a cargo del Dr. Fabricio Cassán de la Universidad Nacional de Río Cuarto (Argentina). En la oportunidad se estableció un protocolo de trabajo experimental que considera determinar las condiciones de ambiente y las dosis de fertilizantes y de bioestimulantes en una variedad de papa. En este contexto, se realizará un estudio en invernadero para evaluar las respuestas físico-químicas en el cultivo de papa.
- Por eso, junto a la contraparte nacional del proyecto (Ernesto Vega, del Laboratorio de Bacteriología y Micología del SAG), el equipo del Departamento de Tecnologías Nucleares de la CCHEN, organizó re-

uniones de diseño de ensayo y talleres a los que además asistieron representantes de la Red Chilena de Bioinsumos y empresas privadas dedicadas al análisis de suelo, microorganismos y producción agrícola del país.

Otros:

- Como parte de la gestión de proyectos y planificación de actividades, se sostuvieron reuniones y coordinaciones con instituciones nacionales e internacionales, tales como:
- El Laboratorio de Agricultura participó en la Ronda Internacional entre Laboratorios de Ensayos de Aptitud Analítica en la determinación de Nitrógeno Total (%) y 15N átomos en exceso (%) en muestras de vegetales (WEPAL-IPE 2018.2), obteniendo excelentes resultados de precisión, y con ello asegurando la calidad analítica de los resultados en los Laboratorios de Agricultura.
- Cabe destacar que el análisis de 15N a.e. (%), por espectrometría de emisión óptica, es una técnica única en el país.
- Convenio entre CCHEN (Laboratorio Agricultura) y la Universidad Católica de Chile (Laboratorio Nutrición Frutal de la FAIF), para generar conocimientos que se difundan en eventos y artículos científicos.
- Publicaciones e informes técnicos:
- “Gaseous emissions of NH₃, N₂O, CH₄ and CO₂ in crop cultivated with nitrogen fertilizer sources using isotopic techniques”, enviado al OIEA, en octubre.
- “Indicators of Good Agricultural Practices in Viticulture”, 2018.
- Nario, A.M. Parada, X. Videla, I. Pino, M. Acuña, M. Casanova, O. Seguel, W. Luzio, M. Balderacchi, E. Capri, J. Moya, R. Astete, P. Enriquez y J. Camorro.
- Integrated Analytical Approaches for Pesticide Management. 1st edition. Academic Press, 338 p. eBook ISBN: 9780128161562 Paperback ISBN: 9780128161555
- Actividades de divulgación:
- Ciencia Nuclear en la Agricultura: Un valor para el país.
- Charla a alumnos de Ingeniería Agronómica de la U. Católica de Te-

muco. Enero.

- Ciencia Nuclear en la Agricultura: Un valor para el país.
- Charla a alumnos de postgrado de Fisiología Vegetal de la Facultad de Agronomía e Ing. Forestal de la Universidad Católica de Santiago. Abril.
- “Facing agricultural challenges using Isotopic techniques”
- Charla a alumnos postgrado internacional de la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Universidad Católica de Santiago. Mayo.

Cursos de capacitación:

- Como parte del proceso de sistema de Gestión de I+D+i, se realizó el curso “Herramientas para propiciar innovación, configurado a la CCHEN”. Asistieron 17 funcionarios de la CCHEN.



Profesionales en terreno durante ejecución de estudio del calcio en vegetales.

Departamento Gestión de innovación y transferencias

Responsable: Doris Ly Muñoz /Daniela Ulloa Manzanares (desde 19 de marzo de 2019)

Contacto: daniela.ulloa@cchen.cl

Objetivo

Gestionar todos los procesos relativos a las actividades de investigación y desarrollo, y al proceso de transferencia tecnológica. Esto incluye actividades de vigilancia tecnológica, inteligencia competitiva, protección de propiedad industrial e intelectual y gestión de proyectos de I+D.

Hechos relevantes

• Oficina de Transferencia y Licenciamiento Nuclear:

En 2018 se ejecutó la primera etapa del proyecto Consolidación de la Oficina de Transferencia y Licenciamiento, OTL Nuclear de Chile. Los hitos más relevantes fueron:

1. Se diseñó ciclo de charlas de Propiedad Intelectual y Transferencia Tecnológica para sensibilizar a la comunidad de investigadores de la CCHEN sobre diferentes temas, como: Patentes de Invención y Tratado de Cooperación en materia de Patentes (PCT), Transferencia Tecnológica, herramientas para impulsar la innovación, vigilancia tecnológica y Technology Readiness Level (TRL, por sus siglas en ingles).
2. Se presentó primera solicitud de patente de invención gestionada por la OTL Nuclear, de propiedad exclusiva de la CCHEN, ante el Instituto Nacional de Propiedad Industrial (INAPI), denominada “Medio de extracción que optimiza la producción de sales de litio”. Se trata de la invención del Dr. Julio Urzúa del Departamento Materiales Avanzados, en colaboración con Manuel Escudero y Stephanie Neira, del Departamento Servicios de Caracterización e Irradiación de la División de Producción y Servicios.

3. Se creó protocolo de revisión cuadernos de laboratorio. Paralelo a la entrega de los cuadernos de laboratorio, se estableció un protocolo de revisión, que incluye un acta firmada por el investigador y el ejecutivo de gestión tecnológica de la OTL, para garantizar buenas prácticas en su uso. Este procedimiento se implementará en 2019. Realización de Match-Up para crear instancias colaborativas para levantar proyectos, intercambiar capacidades, necesidades y desafíos entre la CCHEN y universidades.
4. **Asistencia a encuentros de la Red de Gestores Tecnológicos de Chile (RedGT):**
 - La Oficina de Transferencia y Licenciamiento de la Comisión Chilena de Energía Nuclear (OTL Nuclear) participó en dos encuentros desarrollado por la Red de Gestores Tecnológicos de Chile (RedGT):
 - En abril se realizó el 16° Encuentro de la Red GT, en Pucón. El tema central fueron las “Estrategias de Inversión para etapa temprana de I+D+i”.
 - Contó con una alta concurrencia, porque fue la instancia donde los asociados de la Red eligieron a su nueva directiva 2018-2020, tras lo cual resultó seleccionado Mauricio Lorca, jefe de la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares de la CCHEN, también director de la Oficina de Transferencia y Licenciamiento (OTL Nuclear), dependiente de la propia Comisión.
 - Cerca de 120 socios activos, entre personas naturales, universidades, empresas públicas y privadas, conforman hoy la RedGT, una corporación sin fines de lucro, que desarrolla propuestas y acciones para impulsar la transferencia tecnológica desde organismos que generan I+D al sector productivo.
 - En agosto se llevó a cabo el 17° Encuentro de RedGT, en Antofagasta, donde se expusieron experiencias y recomendaciones en negociación de tecnologías, conformadas por los expertos: Guillermo Carey, Cristóbal Porzio y Pablo Acevedo Flores. Asimismo, en este marco se realizó un Workshop de Negociación, dictado por Francisco Javier Pereira.
 - En la oportunidad se conocieron algunos proyectos estratégicos para la Región, tales como el “Centro Integrado de Validación de Tecnologías

para Minería”, presentado por la Dra. Cynthia Torres; “AtaMoS TeC: Programa de Investigación y Desarrollo de Tecnologías Fotovoltaicas de Alta Radiación y Climas Desérticos” e “Innovación, Desarrollos Tecnológicos y Globalización Duratray”, presentado por Manuel Medel, gerente de Conymet Duratray.

- Se creó un paquete de transferencia de capacidades en gestión tecnológica para la Universidad Nacional de Asunción de Paraguay.

Sistema de Gestión de la I+D+i:

- Norma UNE 166002:2014

En 2018 se inició el proceso de implementación de la Norma UNE 166002 de Gestión de Innovación, que permitirá que la CCHEN realice sus procesos de I+D+i de manera estandarizada. Al certificarse, la Comisión se transformará en la primera institución pública de Chile en certificar la gestión de sus procesos de I+D+i bajo una norma internacional.

Nuevos estándares y sistematización de los procesos:

Se incorporó al sistema de calidad de la CCHEN un procedimiento de Gestión de Proyectos de I+D+i, para formalizar las actividades, responsabilidades, interacciones, canales de comunicación, documentos y flujos de información para asegurar la eficiencia y eficacia de la gestión de proyectos de I+D+i de la Institución.

Durante todo el 2018 se sistematizaron los procesos para gestionar de mejor manera las actividades de I+D. Entre las que han generado los impactos más positivos, se menciona:

Estandarización de hitos para preparar propuestas a fondos concursables externos (Fondecyt y Fondef).

Declaración de interés de empresas participantes en las propuestas, mediante llamado abierto para hacer más transparente el proceso.

En el caso de convocatorias que involucraron la inserción de investigadores nuevos, se realizó un llamado abierto a través de redes sociales, lo que permitió presentar cinco propuestas de proyecto, resultando en dos adjudicaciones. Estas personas se incorporarán a la CCHEN en 2019.

Vigilancia Tecnológica:

Se presentó un programa de boletines tecnológicos, cuyo contenido abordó a gestores OTL, investigadores y equipo del Departamento de Gestión de

la Innovación y Transferencia. Los boletines pueden visualizarse en este enlace: http://otl.cchen.cl/?page_id=900&lang=es

El detalle de los boletines es el siguiente:

Nº	Tema	Sector	Fecha
1	La Vigilancia Tecnológica: herramienta de competitividad	Gestión	Enero
2	Baterías Betavoltáicas	Energía	Enero
3	Aplicaciones de las tecnologías de plasmas en la industria	Ciencias básicas	Abril
4	Radioisótopos de uso médico: últimos avances	Salud	Junio
5	Litio 6: Industria emergente	Minería y Energía	Agosto
6	Las tecnologías nucleares en la reducción del cambio climático	Medio ambiente	Septiembre
7	Tratamiento de residuos nucleares: últimos avances	Industria	Septiembre
8	Reactores de investigación: estado del arte	Ciencias básicas	Octubre
9	Tecnologías de procesamiento de imágenes	Salud industria	Diciembre

• Concurso Capital Semilla CCHEN:

Durante el primer semestre de 2018, se lanzó la 2ª versión del Concurso Capital Semilla de I+D, que tras un proceso de evaluación efectuado por investigadores externos e internos, otorgó financiamiento a siete proyectos de seis meses, por un monto total de \$32.957.000. Los proyectos fueron los siguientes:

1. “Estudio inicial para la caracterización radiológica y dosimétrica de parches de Holmio-166 con aplicación a la medicina”.
2. “Desarrollo de metodologías para la caracterización de los efectos biológicos de fuentes tipo plasma focus con potencial aplicación

biomédica”.

3. “Extracción de magnesio y boro con líquidos iónicos: un nuevo enfoque en la purificación de salmueras de litio”.
4. “Caracterización inicial de un prototipo de propulsor pulsado de plasma”.
5. “Desarrollo de una metodología para la determinación de isótopos estables de Zn mediante la ICPMS para su aplicación en estudios nutricionales y medicina”.
6. “Aplicación de tecnología nuclear en la inocuidad alimentaria: estudio exploratorio para la eliminación mediante radiación gamma de micotoxinas en alimentos”.
7. “Ensayos preclínicos in vivo de ^{99m}Tc -EC-CCHEN”.
8. Fondos concursables:
9. Se apoyó en la formulación y gestión de dos proyectos del Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI) de Conicyt:
10. “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”.
11. Jefe de proyecto: Dra. Ana Valdés, Departamento de Tecnologías Nucleares.
12. “Evaluación de la radio-hórmesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies *Eucalyptus nitens* y *Peumus boldus*”. Jefe de proyecto: Dr. Daniel Villegas, Departamento de Tecnologías Nucleares.

Biblioteca:

La Biblioteca desarrolló en conjunto con el área de informática de la CCHEN un proyecto que permitió poner a disposición de la comunidad, a través de www.cchen.cl, una base de datos de libros e informes técnicos que posee la Institución. Se puede ingresar desde este enlace: <http://negocios.cchen.cl/biblioteca/home.aspx>



Proyecto optimización del proceso de extracción de litio.

Fiscalización y Control

Ventas de Litio

Responsable: Mauricio Maureira Vargas

Contacto: mauricio.maureira@cchen.cl

Control de ventas de litio

Su objetivo es lograr que la CCHEN efectúe el control de las exportaciones de productos de litio, en cumplimiento de sus facultades legales.

Los principales hitos de este proceso fueron:

- Se incorporó a un profesional para la implementación de una Plataforma de Control de Venta de Litio y otro para el análisis de datos. Cabe destacar que dicha plataforma permitirá a la CCHEN efectuar el control de las autorizaciones para la venta de litio extraído, sus concentrados, derivados o compuestos, además de gestionar las actuaciones que debe efectuar junto a Aduanas de Chile. Con ello se optimizarán los tiempos y se mejorarán los controles sobre las autorizaciones, permitiendo automatizar los controles sobre el consumo de cuota.
- Se analizaron 5 solicitudes de autorización de cuota de litio de las cuales 3 fueron autorizadas y 2 rechazadas.
- Se emitieron las resoluciones donde se estableció el consumo de cuota de litio en el año 2017, de las 2 empresas que explotan litio en Chile.
- En marzo de 2018, el Consejo Directivo de la CCHEN autorizó al Grupo de Control de Venta de Litio para concurrir a las empresas explotadoras de litio, con el objeto de hacer una revisión de antecedentes relativos a actos jurídicos sobre litio extraído.
- En junio de 2018, se realizó fiscalización a producto final en las plantas químicas de las empresas explotadoras de litio.
- Se elaboró un convenio de colaboración entre la CCHEN y Corfo,

con el objetivo de implementar una plataforma computacional para controlar las actividades de

- autorización y control de los actos jurídicos sobre litio, y en especial, a la comercialización de los productos que se obtienen a partir de la extracción de las salmueras del Salar de Atacama, cada uno en el marco de sus atribuciones.
- Se emitieron 98 Resoluciones Exentas autorizando ventas para el año 2018.
- Adicionalmente, y dada la necesidad de implementar controles con motivo de las obligaciones que imponen los nuevos acuerdos de consejo, se evaluaron nuevas tecnologías para medir concentración de litio en salmueras en terreno y se firmó un convenio entre la CCHEN y el Instituto Nacional de Normalización, para estandarizar procedimientos para la caracterización de salmuera. Los procedimientos del INN para la publicación de normas nacionales incluyen una etapa de consulta pública a todos los interesados e incumbentes, tras lo cual, se conformaron comités técnicos, con el fin de incorporar las observaciones recibidas en la etapa anterior. Las normas incluidas en el presente convenio son las siguientes:

NORMA	DESCRIPCIÓN
aprNCh3345	Salmueras - Sulfato por Método Turbidimétrico
prNCh3349	Salmueras - Determinación de metales alcalinos mediante espectrometría de Absorción Atómica
prNCh3358	Salmueras - Determinación de Boro por Titulación Volumétrica Ácido-Base con registro electrométrico

División de Seguridad Nuclear y Radiológica

Responsable: Mauricio Lichtemberg Villarroel
Cristián Sepúlveda Soza (desde el 05/11/2018 asume subrogancia)
Contacto: mauricio.lichtemberg@cchen.cl
cristian.sepulveda@cchen.cl

Objetivo

Prevenir y controlar los efectos nocivos de las radiaciones ionizantes sobre las personas y el medio ambiente, velando por el cumplimiento de las exigencias nacionales e internacionales, en materia de seguridad tecnológica, seguridad física y de salvaguardias de las instalaciones nucleares y radiactivas.

Hitos 2018

- Entre el 22 de enero y el 2 de febrero se llevó a cabo la misión del Servicio Integrado de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRS), cuyo propósito fue realizar una revisión del marco regulatorio chileno, para la seguridad nuclear y radiológica, y compararlo con las normas de seguridad del OIEA.
- En mayo de 2018 se asistió a la 6ª Reunión de Revisión de las Partes Contratantes de la Convención Conjunta sobre Seguridad en la Gestión del Combustible Gastado y sobre Seguridad en la Gestión de Desechos Radiactivos, en la que se presentó el informe nacional de Chile y se revisó los informes nacionales de otras Partes Contratantes.
- Durante el año 2018, se desarrolló el proyecto “Cultura de Seguridad para explotadores”, con el objetivo de promover la cultura de seguridad entre los explotadores de instalaciones radiactivas de primera categoría de todo el país. Esto incluyó la aplicación de una encuesta, la realización de talleres y el diseño y distribución de material promocional a los usuarios.

- En octubre de 2018 se recibió una inspección de salvaguardias del OIEA, donde se verificó que el Estado de Chile cumple con sus compromisos internacionales de no utilizar su programa nuclear con fines de armas nucleares. Se inspeccionaron todas las instalaciones nucleares en el país, además de las instalaciones radiactivas de producción de radioisótopos en proyecto de remodelación.

Departamento de Estudios de Seguridad

Responsable: Cristián Sepúlveda Soza
Lorena Mariangel Quiroz (desde el 26/11/2018)
Contacto: cristian.sepulveda@cchen.cl
lorena.mariangel@cchen.cl

Objetivo

Proponer, para aprobación de la autoridad institucional, los textos legales, disposiciones reglamentarias, normativas y guías técnicas sobre la seguridad nuclear, radiológica, física, salvaguardias y operación del personal asociado a instalaciones nucleares y radiactivas de competencia de la CCHEN.

Hechos relevantes

- En 2018, se elaboraron diez Normas de Seguridad que fueron aprobadas por el Director Ejecutivo de la CCHEN:
 1. Requisitos para los Equipos Detectores de Radiación Ionizante.
 2. Plan de Emergencia en Instalaciones Radiactivas.
 3. Requisitos de Seguridad de Instalaciones de Radiografía Industrial.
 4. Seguridad en Instalaciones de Medicina Nuclear.
 5. Requerimientos para la autorización de Operación de Instalaciones de teleterapia con Aceleradores de Partículas.
 6. Requerimientos para la Autorización de Transporte de Materiales Radiactivos.
 7. Criterios Básicos sobre Gestión de Desechos Radiactivos.
 8. Requisitos para la Autorización de Instalaciones de Almacenamiento de Desechos Radiactivos.
 9. Protección Física de Instalaciones Radiactivas de Primera Categoría.
 10. Procedimiento para la Autorización de Instalaciones Radiactivas de Primera Categoría.

Departamento de Evaluación y Fiscalización

Responsable: Patricio Fonseca Fonseca
Contacto: patricio.fonseca@cchen.cl

Objetivo

Parte de las funciones de este Departamento es evaluar las solicitudes para las instalaciones nucleares y/o radiactivas de primera categoría, en lo que respecta a la importación, exportación, transporte y transferencia de sustancias nucleares y/o materiales radiactivos, para el personal de dichas instalaciones, y para los cursos que conducen a la obtención de Autorización Especial de Operador u Oficial de Protección Radiológica. Verificar la seguridad de las actividades que incluyen materiales nucleares o radiactivos, y en las instalaciones nucleares o radiactivas de primera categoría. Además, desarrollar el proceso de sanción, en el caso de infracciones de la normativa o ante el incumplimiento de las condiciones y exigencias de las autorizaciones otorgadas.

Hechos relevantes

- En el ámbito de la fiscalización, en 2018 se efectuaron 236 fiscalizaciones, en el marco de las cuales se ejecutó el Plan de Inspecciones 2018, que consideró criterios de seguridad basados en los riesgos de las instalaciones. Se realizaron 168 inspecciones programadas, acorde al plan, a instalaciones radiactivas de primera categoría a nivel nacional, considerando instalaciones externas médicas e industriales, además de instalaciones de la CCHEN.
- En octubre, inspectores del OIEA, junto al encargado nacional, realizaron inspecciones del sistema de contabilidad y control de materiales nucleares a cuatro instalaciones de la CCHEN: Laboratorio de Conversión, Reactor Nuclear Lo Aguirre, Planta Elementos Combustibles

y Reactor Nuclear La Reina.

- Durante el año 2018 se otorgaron 809 autorizaciones, correspondientes a:
 1. Operación de instalaciones radiactivas de primera categoría: 121 autorizaciones
 2. Construcción de instalaciones radiactivas de primera categoría: 20 autorizaciones
 3. Operadores y oficiales de protección radiológica de instalaciones radiactivas de primera categoría: 348 autorizaciones especiales
 4. Transporte de material radiactivo asociado a instalaciones radiactivas de primera categoría: 153 autorizaciones
 5. Importación de materiales radiactivos y equipos asociados a instalaciones radiactivas de primera categoría: 42 autorizaciones
 6. Exportación de materiales radiactivos y equipos asociados a instalaciones radiactivas de primera categoría: 14 autorizaciones
 7. Transferencia para instalaciones radiactivas de primera categoría: 59 autorizaciones
 8. Cierre definitivo y temporal para instalaciones radiactivas de primera categoría: 52 autorizaciones
- Al 31 de diciembre de 2018, se encuentran vigentes 349 autorizaciones de operación para instalaciones radiactivas de primera categoría para distintas prácticas, entre ellas, acelerador industrial, braquiterapia, ciclotrón, dependencia de almacenamiento industrial, dependencia de almacenamiento médico, fortín industrial, laboratorio de fraccionamiento, radiografía industrial, irradiador industrial, medicina nuclear, radiografía industrial, sala de hospitalización, teleterapia e instalaciones de la CCHEN.

Oficina de Control de Gestión

Responsable: Marcela Ortiz Rodríguez

Contacto: marcela.ortiz@cchen.cl

Objetivo

Realizar el control y seguimiento de los indicadores de la DISNR y sus procesos para efectos de la gestión y toma de decisiones.

Hitos 2018

- En 2018, se desarrolló una nueva fase del proyecto “Rediseño y mejora de los procesos regulatorios”. El alcance de esta fase fue revisar, generar y mejorar los procesos regulatorios de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica de la CCHEN. Las iniciativas del proyecto durante el año incluyeron:
 1. Creación del procedimiento para establecer y estandarizar el proceso normativo.
 2. Seguimiento y control del proceso de evaluación de solicitudes de autorización, para determinar la existencia de una reducción efectiva de los tiempos de evaluación en relación al año 2017.
 3. Seguimiento y control de la ejecución del Plan de Inspecciones 2018, para reducir la desviación en su ejecución en relación al año 2017.

División Corporativa

Responsable: Marco Auspont Guasp

Contacto: marco.auspont@cchen.cl

Objetivo

La División Corporativa fue creada para desarrollar la gestión de la Comisión, conduciendo sus procesos estratégicos y de apoyo, alineando y coordinando las acciones de todas las unidades de gestión, para producir sinergia, asegurar la entrega efectiva de los servicios comprometidos a los usuarios y articular adecuadamente a la CCHEN frente a otras instituciones en Chile y el extranjero. Bajo su dependencia están los departamentos de Administración y Finanzas, Logístico, Tecnologías de la Información, Ingeniería y Mantenimiento, Protección Radiológica, Gestión Integral y Metrología de Radiaciones Ionizantes, además de las oficinas asesoras Jurídica (hasta 2018), Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales y Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares (CTBT, por sus siglas en inglés).

Hitos 2018

- Cumplimiento de la meta institucional, sobre mejora de la calidad del servicio y la reducción de los tiempos de espera para clientes del servicio de calibración de equipos detectores de uso en protección radiológica operacional. Hasta 2017 este servicio tardaba hasta 7 meses aproximadamente, y en 2018 se redujo a no más de 3 meses.
- En el ámbito de la capacitación, se dio inicio al proyecto de implementación de plataforma on-line denominada “Aula Virtual” para cursos de protección radiológica operacional, que contiene cursos disponibles del área, calendario, links a sitios de interés, así como a redes sociales.
- Durante el año 2018, se dio inicio a una nueva línea de trabajo para optimizar los recursos de cooperación internacional. El objetivo es potenciar el capital humano y el conocimiento en materia nuclear y radiológica, a través del fortalecimiento de las redes en que participa la CCHEN.

- En lo que respecta al fortalecimiento de los planes de emergencia de la CCHEN, durante el período, se consolidó la función de la Comisión ante emergencias externas, dado su rol en la Conser y su rol coordinador en la secretaria de esta entidad. A través de ejercicios y simulacros, se avanzó en la consolidación del Plan Nacional de Emergencias en la variable de riesgo radiológico.
- Comenzó a operar el nuevo irradiador Noratom, reacondicionado especialmente para ampliar la capacidad de producción del Laboratorio de Irradiaciones. De esta manera, se espera reducir los tiempos del proceso y, junto con ello, la espera por parte de los usuarios.
- En cuanto a eficiencia energética, se concretó un contrato con Enel Distribución S.A, obteniéndose un precio por energía de 58 USD/MWh, que reducirá en más de un 40% el precio de la energía.

Departamento de Protección Radiológica

Responsable: María José Yáñez Aguilera
Contacto: maria.yanez@cchen.cl

Objetivo

Verificar que la operación de instalaciones nucleares, radiactivas y convencionales, y el desempeño de sus actividades sean efectuados de modo seguro, para proteger a las personas, bienes y medio ambiente de los eventuales riesgos derivados de su uso.

Hechos relevantes

Protección Física:

- Se desarrollaron actividades que consideraron la operación en sistema de turnos 24/7 de la Central de Vigilancia y Alarmas de la Reina, el mantenimiento preventivo y correctivo de sus equipos de CCTV, alarmas y controles de acceso.
- Se apoyó el Plan de Emergencias de la CCHEN para casos de incidentes radiológicos, sismos, incendios u otro tipo de eventualidades.
- Enlace radial con la Oficina Nacional de Emergencias (ONEMI) para reportes rutinarios de información de Emergencias y punto de enlace para recepción de información de emergencia desde el OIEA.
- Transporte de material nuclear y radiactivo: se apoyó el monitoreo por GPS al transporte de material radiactivo del Departamento de Producción y Servicios.
- Inducción en Protección Física a nuevos funcionarios y personas externas (personal a honorarios, estudiantes en pasantías y personal de empresas de servicios que desarrollan trabajos al interior de los recintos nucleares).
- Apoyo a expertos del Departamento de Energía (DOE) de Estados Unidos durante visitas de inspección para implementar medidas de

protección física en cuatro instalaciones radiactivas externas, pertenecientes a clínicas y hospitales.

- Se instaló un duplicado de alarmas de incendio en la Central de Alarmas y Vigilancia (CAS), para controlar la zona de la planta de producción y servicios. Se espera en 2019 incluir otras instalaciones a través de este sistema.

La Sección de Protección Radiológica Ocupacional prestó servicios especializados a:

- CGM Nuclear S.A.: medición de 1000 blindajes de plomo para certificación, análisis de muestras de aire para inspección a instalación y control de contaminación con Iodo-131.
- Entrenamiento en uso de equipos de identificación para primeros actuantes a instituciones como el Grupo de Operaciones Policiales Especiales (GOPE), Bomberos de Chile y Aduanas de Chile.
- Evaluación radiológica de ingreso de materiales radiactivos como chatarra en empresa del rubro.
- Asesoría a empresa externa de reciclado de desechos por presencia de fuente radiactiva en desuso en camión de transporte.

Atención del Oficial de Protección Radiológica en Alerta (OPRA) en emergencias radiológicas:

Fecha	Hecho	Asesoría OPRA	Conclusiones
28/03	Pérdida de un equipo proyector gamma-gráfico de 17 Ci de Ir-192 en Maipú.	Al ser encontrado el equipo, los profesionales de SEPRO identificaron el equipo y la fuente en su interior.	Equipo se encontró sin daño ni riesgo. Se informó al regulador competente (DISNR) sobre datos obtenidos en su identificación.
13/04	Emergencia radiológica por fundición de fuente de Cs-137 en empresa del rubro de la siderúrgica y reciclado de desechos.	Confirmar que la fuente fundida era Cs-137 y revisar instalación en búsqueda de focos de contaminación radiactiva.	SEPRO apoyó en la recuperación de la instalación dejando la planta lista para su operación normal de producción.
21/04	Atención a una emergencia radiológica por una explosión en Sanatorio Alemán.	Evaluación de condiciones de seguridad radiológica de equipos de braquiterapia.	Equipos de braquiterapia en condiciones normales y sin daño. Regulador competente (DISNR) realizó actas y se prohíbe el acceso al área por peligro de derrumbe.
02/05	Pérdida de control de un Densímetro Nuclear en Temuco.	OPRA estuvo en alerta ante eventualidad que Seremi de La Araucanía solicitara apoyo a CCHEN.	Este incidente fue competencia del Seremi de Salud de La Araucanía.
08/11	Pérdida de un bulto con I-131 en Aeropuerto Comodoro Arturo Merino Benítez.	Apoyo a DISNR en la búsqueda del bulto, utilizando equipamiento SPARCS.	Bulto es encontrado sin daño y sin riesgo. Regulador competente (DISNR) realizó acta a personal de DGAC.
19/12	Hallazgo de un bulto con logo de material radiactivo en vía pública.	OPRA estuvo alerta a posible requerimiento de apoyo desde regulador competente (Seremi Salud RM)	Objeto fue encontrado y no revistió riesgo radiológico. Incidente fue atendido por regulador competente (Seremi Salud RM).

Atención OPRA en emergencias radiológicas durante 2018.

Cursos protección radiológica:

Se integró enfoque de primeros actuantes a los cursos que ofrece el Departamento:

- Curso Básico de Protección Radiológica (CUBEPRO).
- Curso Específico de Protección Radiológica (CEPRO), área Industrial y Salud.
- Cátedras de Protección Radiológica en Universidad de Chile, Universidad de Valparaíso y Universidad Mayor de Santiago.
- Cátedra de Protección Radiológica en Magíster en Física Médica, Universidad de La Frontera.
- Seminarios cerrados para instituciones como Carabineros de Chile y Policía de Investigaciones (PDI).

Sección Capacitación:

- Se realizaron 15 cursos de Protección Radiológica: 338 participantes.
- Se aplicaron encuestas de satisfacción, mediante la cual se evaluaron dos dimensiones: una midió aspectos de gestión, apuntes y presentaciones, y la otra, aspectos de la actividad y calidad.
- En 2018, un 94,46% de los usuarios calificó los cursos como “Bueno” y “Muy bueno” en términos de gestión, apuntes y presentaciones. En tanto, un 5,54% los evaluó como “Regular” y “Malos”.
- Con respecto a la evaluación de los docentes, un 97,01% de los alumnos los calificó como “Muy bueno” y “Bueno”, y un 2,99 % como “Regular” o “Malo”.
- Presupuesto programado para 2018 se cumplió –y superó– alcanzando un 131%, considerando que lo propuesto eran \$80.000.000 y se alcanzaron \$104.782.450.

En cuanto a capacitación externa en 2018:

- 16 profesionales de la CCHEN (8 de la División Corporativa, 5 de la División de Producción y Servicios, 2 de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica y 2 de la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares) participaron dictando clases, realizando pasos prácticos en cátedras, seminarios y cursos abiertos de la Institución.

- Horas empleadas en capacitaciones: total de horas corresponde a 1.054 h/h., de las cuales la División de Seguridad Nuclear y Radiología aporta 5,5 h/h (0,17%); la División Corporativa, 902 h/h (6,26%); la División de Producción y Servicios, 144 h/h (1,80%), y la División de Investigación y Aplicaciones Nucleares, 3,0 h/h (0,09%).

Año	Meta	Ingresos reales
2017	\$154.000.000	\$98.000.000
2018	\$80.000.000	\$104.782.450

Tabla 10: Cuadro comparativo de ingresos año 2017 y 2018.

Independiente de los ingresos que se generaron por concepto de cursos, también se percibió, a través de fondos de administración de terceros, la suma de \$847.000, aportada por la Universidad de La Frontera. Desde el punto de vista comercial, se realizó una encuesta a los usuarios, que arrojó mejoras en los servicios ofrecidos a través de los cursos en 2018.

Atributos de calidad 2018	Atención clientes 2018	Atributos de calidad 2017	Atención clientes 2017
6,23	6,33	6,10	6,09

Resultado encuesta aplicada a usuarios.

Sección Emergencias y Seguridad Física:

Se consolidó la función de coordinación de la CCHEN en emergencias externas, dada la ocurrencia de varios incidentes o emergencias radiológicas externas que requirieron su intervención, en especial, en la emisión y distribución de los formularios de Notificación de Incidentes R2 y R24 hacia los puntos de contacto de la Conser y al Sistema Nacional de Protección Civil, vía Centro de Alerta Temprana (CAT) de la ONEMI.

Medición de la capacidad de respuesta CCHEN a través de ejercicios y simulacros:

- Simulacro de Emergencia en Aeropuerto Arturo Merino Benítez:
- La actividad fue propuesta por la Dirección General de Aeronáutica

Civil, en el marco del Plan de Emergencia del Aeropuerto Arturo Merino Benítez, y asociado a sus propios compromisos al alero de la Conser.

- Se organizó y desarrolló junto a funcionarios de la DGAC y CCHEN, para medir la capacidad de respuesta ante una simulación de emergencia radiológica al interior del aeropuerto, evaluando infraestructura, procedimientos, desempeño de los actuantes y la efectividad de las últimas mejoras realizadas.
- El ejercicio se realizó en octubre, con la intervención de siete profesionales de la CCHEN, quienes estuvieron tanto en terreno como en los puestos de mando móvil y fijo, lo que permitió evaluar la respuesta de la Comisión ante una emergencia radiológica. La activación del ejercicio fue través del OPRA.
- Los resultados permitieron a la CCHEN identificar brechas, fortalezas y debilidades, para proponer sus respectivas acciones específicas. El ejercicio realizado facilitó acciones posteriores durante una emergencia real ocurrida en el Aeropuerto, el 8 de noviembre, cuando se extravió un bulto que contenía material radiactivo de uso médico.
-

Ejercicio de Mesa de Emergencia Multivariable, en CEN La Reina:

- Preparación, ejecución y evaluación de un ejercicio de emergencia de mesa (TTX), cuyo objetivo fue poner en práctica los conocimientos de los participantes en el manejo de una emergencia radiológica en un centro de investigación nuclear que cuenta con un reactor de investigación y otras instalaciones radiactivas y convencionales. Intervinieron roles de facilitadores/moderadores, jugadores, observadores y evaluadores, todos definidos en el Manual del Ejercicio.
- Estas actividades permitieron identificar fortalezas, debilidades y oportunidades de mejora, todas plasmadas en el Informe técnico del ejercicio, base para la formulación de las actividades 2019, relativas al Plan de Acción de Mejora Continua del Plan de Emergencia institucional.

Participación en la serie de Ejercicios ConvEx, emergencias radiológicas, con el IEC (Incident and Emergency Centre, por sus siglas en inglés) del OIEA:

- En 2018, la Sección de Emergencias y Seguridad Física participó y articuló la participación de diversas unidades de la CCHEN involucradas en respuesta a emergencias radiológicas en la serie de ejercicios ConvEx, organizados por el IEC del OIEA, para probar los mecanismos de comunicación en emergencias y ejercitar la respuesta ante un evento de los Estados Miembros.
- Destacó el ejercicio de mesa ConvEx-2b realizado en tiempo real, y en el que participó un equipo de la CCHEN, que estuvo atento para responder a los requerimientos durante un caso de emergencia radiológica, que consistió en la simulación de tipo transnacional, con efectos que traspasaron el país de origen, requiriendo asistencia internacional.
- Actualización de la documentación relativa a planes de emergencias institucionales:
- Revisión y actualización de la organización y de los integrantes de los Planes de Emergencias de la CCHEN, considerando nuevos roles de respuesta y conceptos de operación adicionales para la gestión de emergencias, e incluyendo las fases de Preparación y Recuperación, además de la actualización de integrantes en la Fase de Respuesta. Asimismo, se homologó la estructura, mecanismos de funcionamiento y lenguaje de los Planes de Emergencia, según las disposiciones del Plan Nacional de Emergencia y las sugerencias de colaboradores.
- Proyecto “Fortalecimiento de las capacidades nacionales en preparación y respuesta a emergencia radiológica” (CHI 9022):
- Proyecto implementado en el periodo 2016-2018, para fortalecer las capacidades técnicas de las organizaciones que actúan como contraparte en la respuesta a emergencias radiológicas en el país y así contribuir a robustecer el Plan Nacional de Protección Civil, desde la perspectiva de la emergencia radiológica.

La CCHEN es contraparte nacional ante el OIEA, coordinando y gestionando las actividades de las diferentes organizaciones que participan en estas instancias, y que considera al Ministerio de Salud, ONEMI y Hospital Mutual de Seguridad.

Actividades implementadas por la CCHEN, y solicitadas oportunamente al OIEA:

- Misión de experto para “Evaluación y monitoreo ambiental en emergencias radiológicas”, conducida por la experta brasileña Ana Cristina de Melo, para clarificar/identificar las capacidades nacionales requeridas para la evaluación ambiental en emergencias radiológicas, y capacitar al personal a cargo de respuesta a emergencias de la CCHEN en aspectos específicos del monitoreo radiológico en caso de accidentes.
- Misión de experto para el curso “Medidas para proteger al público en una emergencia nuclear”, a cargo de los expertos del OIEA, Peter Zagivay (Hungría) y Marjan Djvack (Eslovenia). Participaron funcionarios de la CCHEN, y representantes de organizaciones de la Conser (Autoridad Sanitaria RM y Policía de Investigaciones).
- Se solicitó beca formativa para médico CCHEN y visita científica para jefa del Departamento de Protección Radiológica, para el año 2019.

Mesa de trabajo bipartita entre la CCHEN y el Ministerio de Energía, para la elaboración de Protocolo de Comunicaciones ante Incidentes Radiológicos:

- La Unidad de Gestión de Riesgos en Energía del Ministerio de Energía solicitó a la CCHEN elaborar un Protocolo de Comunicaciones en caso de un incidente radiológico. Se han efectuado las propuestas técnicas específicas.
- Secretaría Ejecutiva Comisión de Seguridad en Emergencias Radiológicas Conser-CCHEN:
-
- Las integrantes de la Sección de Emergencias y Protección Física participan como punto focal ante la Secretaría Ejecutiva de la Conser, ejerciendo operativamente este rol, junto al Ministerio de Salud.
- Las principales tareas realizadas en el período fueron las siguientes:
- Elaboración de la cuenta anual de la Conser 2017, enviada por ONEMI en mayo a las autoridades firmantes del Decreto, incluyendo la Presidencia de la República.
- Propuesta de programa de trabajo de la Conser 2018 y su seguimiento.
- Mesa tripartita ONEMI-Minsal-CCHEN para elaborar una propuesta

- del Plan Nacional de Emergencia por variable de Riesgo Radiológico.
- La CCHEN, mediante miembros de otras unidades, participó en los debates de los grupos de trabajo o sub-comisiones de la Conser.
- En conjunto con el OIEA, se organizó el Taller Nacional para la revisión y actualización del Plan Integrado de Apoyo a las Seguridad Física Nuclear.

A continuación, se presenta un resumen de las principales actividades desarrolladas por la Conser:

- Elaboración de la propuesta del Plan Nacional de Emergencia por Variable de Riesgo Radiológico, mandado en abril de 2018 desde la Presidencia de la Conser, ejercida por ONEMI. En este marco se originó la Mesa tripartita ONEMI-Minsal-CCHEN, cuyo trabajo se detalla posteriormente.
- Consolidación y preparación de la información de incidentes radiológicos, mediante la emisión de formularios R2, R24 y R360, por parte de la Autoridad Sanitaria o de la CCHEN (representante División de Seguridad Nuclear y Radiológica).
- Trabajo en tres sub-comisiones sobre prevención, preparación y respuesta, aportando insumos técnicos para la elaboración de una propuesta de Plan Nacional de Emergencia por variable de riesgo radiológico.

Mesa de trabajo tripartita para elaboración del Plan Nacional de Emergencias por Variable de Riesgo Radiológico:

- Actividad coordinada y mandatada por ONEMI, en el marco de la Conser. Es desarrollada técnicamente entre la CCHEN y el Ministerio de Salud, para crear el instrumento específico de gestión para la variable de riesgo Materiales Nucleares y Radiactivos, en el Sistema Nacional de Protección Civil.
- En abril, el Director Nacional de ONEMI, como Presidente de la Conser y a petición del Ministerio del Interior y Seguridad Pública, solicitó elaborar el Plan Nacional de Emergencias por Variable de Riesgo Radiológico, y solicitó a la Secretaría Ejecutiva, integrada por representantes de Minsal y CCHEN, generar una propuesta técnica.

- Este nuevo plan será parte del Plan Nacional de Emergencia emitido por ONEMI y será compatible con el Plan de Emergencia por Variable de Riesgo Materiales Peligrosos, aprobado por la misma institución en febrero de 2018. Asimismo, el mandato implicó la constitución de una mesa de trabajo tripartita, en la cual CCHEN y Minsal han presentado, discutido y acordado aspectos técnicos específicos del ámbito radiológico, en tanto, ONEMI aporta aspectos técnicos de la protección civil, ejerce el rol de moderador/facilitador del trabajo entre CCHEN-Minsal y realiza coordinaciones con el resto de organizaciones que participan en la Conser.

Proyecto Centro de Entrenamiento en Emergencias y Seguridad Física (NSSC-CCHEN):

- Proyecto en desarrollo para formar recursos humanos nacionales capacitados en la materia, principalmente para organizaciones de la Conser. En una etapa posterior, busca brindar apoyo técnico a los sistemas de protección para la seguridad pública.
- Gestiones para obtención de financiamiento regular nacional (evaluación ex_ante):
- En 2018, el trabajo se enfocó en la reformulación del programa presentado a DIPRES, para una evaluación Ex_ante, destinada a obtener una Resolución de Calificación Favorable para que la CCHEN obtenga financiamiento regular para ejecutar el programa.

Organización y desarrollo de actividades con fondos internacionales:

Obtención préstamo de largo plazo de equipos de detección avanzados (SPARCS) y organización de Taller nacional de entrenamiento en su uso:

- Como parte de un convenio de comodato a largo plazo entre la Agencia de Seguridad Nuclear Física (NNSA) del Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE-USA) y la CCHEN, se obtuvieron dos equipos de detección avanzados (SPARCS). Se trata de detectores de radiación, cuya capacidad es de alta resolución y distancia, lo que permite evaluar amplias extensiones de zonas geográficas para verificar si existe contaminación, o facilitar la búsqueda de fuentes radiactivas huérfanas,

esto es, fuentes que hubieran quedado fuera de control por parte de autoridades regulatorias.

- Estos sistemas incluyen equipos móviles que pueden ser montados en vehículos terrestres, marítimos o aéreos, lo que posibilita monitorear zonas geográficas extensas. Para su entrega, se organizó un taller que fue impartido por cuatro expertos del DOE-USA: Rica Salcedo, Andrae Brooks, Mike Taylor y Ron Guise.
- Junto a funcionarios de la CCHEN, asistieron representantes de la Conser: ONEMI, DGAC, Carabineros, PDI, Estado Mayor Conjunto (EMCO), Minsal, Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile (Directemar) y Aduanas. En un futuro cercano, se espera establecer -mediante la Conser- convenios de colaboración con otras organizaciones, para facilitar el traslado, despliegue y uso de los detectores SPARCS a nivel nacional, en cualquier emergencia radiológica que lo requiera.

Taller regional OIEA “Creación de Capacidades Humanas en Seguridad Nuclear Física”, organizado por la CCHEN:

- El objetivo fue aportar al desarrollo de los recursos humanos y al análisis de necesidades de capacitación por parte de las organizaciones nacionales e internacionales, en materia de Seguridad Nuclear Física. Durante cinco días, representantes de distintos países analizaron sus brechas en materia de capacitación y compartieron buenas prácticas, con el fin de establecer programas de capacitación en seguridad nuclear física.
- La CCHEN invitó a varias organizaciones de la Conser: Aduanas, Directemar y Carabineros, dada su relación directa con la capacitación de personal en aspectos de seguridad nuclear física y su rol en el proyecto de Fortalecimiento de Fronteras.
- El taller fue impartido por expertos del OIEA: Alexey Kazennov y Mariana Labyntseva (Rusia), Troy Wright (USA), Mohd Irwan (Malasia) e Ivan Gorinov (Bulgaria).

Organización “Misión de Actualización del Plan Integrado de Apoyo a

la Seguridad Física Nuclear (INSSP)”, del OIEA:

- Misión organizada y realizada en la CChEN, en el marco del Plan Nacional Integrado de Soporte a la Seguridad Física Nuclear (INSSP, por sus siglas en inglés). Contó con la participación de representantes de organizaciones de la Conser.
- INSSP es un compromiso adquirido por nuestro país con el OIEA en 2012, para fortalecer la arquitectura nacional que en temas de Seguridad Física Nuclear se requiere, y en virtud de los acuerdos y las convenciones internacionales de los cuales Chile es parte y de la propia regulación nacional.
- El objetivo fue conocer la situación actual del país en relación a los diferentes aspectos que considera la arquitectura nacional de seguridad nuclear física, para generar un nuevo punto de referencia y efectuar una priorización consensuada del marco legal y regulatorio, la prevención de eventos de seguridad nuclear física, detección, respuesta y sostenibilidad de dicha arquitectura, además de la formación de recursos humanos especializados.
- Proyecto Fortalecimiento de Detección de Material Radiactivo en Fronteras:
- El estado de avance de este proyecto, así como sus logros y dificultades, se discutieron durante la misión INSSP. Los expertos concluyeron que, dado los cambios efectuados o proyectados en varios de los puntos de control de frontera inicialmente designados como pilotos para el proyecto, este requería una reevaluación o reformulación, la cual se consideró una actividad prioritaria en el Plan de Acción INSSP 2019-2023.
- Tras efectuarse la misión INSSP, las tres contrapartes principales del proyecto, es decir, Aduanas, Carabineros de Chile y CChEN acordaron la fecha de una próxima misión de expertos para reevaluar el proyecto, y consensuaron avanzar en sus respectivas tareas pendientes para luego desarrollar un plan de trabajo conjunto.

Mesa de trabajo Materiales Peligrosos, liderada por ONEMI:

- Durante 2018, la CChEN continuó su participación en esta mesa, contribuyendo en diversas actividades, desde el ámbito radiológico

que le compete:

- Propuesta de base de datos para el registro general de eventos o incidentes por Materiales Peligrosos.
- Catastro de publicaciones relacionadas a la variable de riesgo de competencia de cada organización, en este caso particular, materiales nucleares y radiactivos.

Mesa de trabajo del Reglamento Sanitario Internacional (RSI):

El RSI, que constituye un mandato reglamentario en Chile, apunta a prevenir la propagación de enfermedades y otros riesgos de naturaleza biológica, química, nuclear o radiológica que pudiesen constituir una Emergencia de Salud Pública Internacional. Asimismo, tiene como responsabilidad proteger contra esa propagación, controlarla y dar una respuesta de salud pública, acorde al nivel de riesgos y amenaza a la salud pública, evitando interferencias innecesarias con el comercio internacional.

Participación internacional:

- Funcionaria asistió a Reunión plenaria anual de la Red internacional de centros de capacitación y soporte en seguridad nuclear física del OIEA. Marzo, Japón.
- Funcionaria asistió a 9º Reunión de Representantes de autoridades nacionales competentes en emergencias radiológicas. Junio, Austria, donde expuso:
 1. Sesión 5 / Information exchange in an emergency: “Challenges in information exchange in case of a radiological emergency”.
 2. Sesión 13 / Sharing lessons identified in exercise and recent events. “Lessons learned from recent events: Melting of an orphan source at a scrap smelter”.
- Funcionaria asistió a workshop “Mejores prácticas en el rol del Departamento de Seguridad Física en un accidente nuclear”, organizado por World Institute for Nuclear Security (WINS) y la Comisión Francesa de Investigación en Energía Nuclear y Energías Renovables (CEA). Octubre, Francia.
- Funcionario asistió a “Curso interregional de capacitación en prepa-

ración de planes de preparación y respuesta ante emergencias”, que proporcionó conocimientos en preparación y respuesta ante emergencias, con énfasis en medidas de protección para la población en caso de una emergencia nuclear o radiológica. Septiembre, Rusia.

- Funcionario asistió a Taller internacional sobre integración de aplicaciones de seguridad física nuclear en grandes zonas urbana (Noviembre, Argentina), para fortalecer capacidades internas de la Sección de Emergencias y Seguridad Física sobre la integración de la seguridad física nuclear a las medidas de seguridad existentes en las grandes zonas urbanas, a través de:
 1. Importancia de la identificación y análisis de la(s) amenaza(s) de actos maliciosos, respecto a la variable nuclear y radiológica, para el Plan Nacional de Seguridad Física.
 2. Importancia de la preparación de protocolos de respuesta para situaciones de amenazas o actos maliciosos.
 3. Respuesta frente a actos maliciosos a través de actividades prácticas e integración interinstitucional.
 4. Práctica de respuesta frente a actos maliciosos a través de ejercicios de mesas simulados.
-



Taller realizado en el marco del proyecto "Creación de Capacidades Humanas en Seguridad Nuclear Física".

Departamento de Metrología

Radiaciones Ionizantes

Responsable: Humberto Peñaloza Castillo

Contacto: humberto.penaloz@ccchen.cl

Objetivo

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 utilizan en la Comisión Chilena de Energía Nuclear y en el país.

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

Hechos relevantes

- Cumplimiento de la meta institucional relacionada a la mejora de la calidad del servicio y la reducción de los tiempos de espera para clientes del servicio de calibración de equipos detectores de uso en protección radiológica operacional, que hasta 2017 era de siete meses aproximadamente, y que en 2018 se reduvvió a no más de tres meses.
- Participación en la Auditoría Postal de Dosis para el rango de Protección Radiológica Operacional (Kerma en Aire para Cs-137, 3 mGy), organizada por el OIEA. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, arrojando una desviación relativa al OIEA de 1,3% (Incertidumbre de las mediciones del OIEA 1,5%).
- Participación en “Primer ejercicio comparativo interlaboratorio de América Latina y el Caribe de SSDL para la determinación de la dosis personal equivalente de Hp (10) en el haz de radiación Cs-137”. Los

resultados obtenidos fueron satisfactorios, con una desviación relativa de 1,5% y 0,3%.

- Cumplimiento del Convenio de Desempeño 2018 entre la Dirección Ejecutiva de la CCHEN y la Red Nacional de Metrología del Instituto Nacional de Normalización (INN).
- A través de Decreto Supremo 114 del 27 de junio de 2018, este Laboratorio fue nombrado como “Laboratorio designado” en la magnitud física de Radiaciones Ionizantes, integrándose como miembro activo de la Red Nacional de Metrología (RNM) que administra el INN y que participa del Sistema Interamericano de Metrología (SIM).
- Este Laboratorio, junto al de Metrología de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes del Instituto de Salud Pública, efectuaron la Intercomparación anual 2018 de los sistemas de dosimetría personal externa (Dosis equivalente Individual Externa) a tres empresas que brindan este servicio a nivel nacional para trabajadores ocupacionalmente expuestos. El objetivo fue evaluar grado de calibración de sistemas en Dosis Equivalente Individual Externa Hp(10) para Cs-137 y RX, umbrales de respuesta ante el Instituto de Salud Pública (ISP) y capacidad de respuesta administrativa, según requerimientos del Instituto, en rango de 0.10 mGy (10mR) a 8,8 mGy (10000 mR). A la fecha se espera el informe oficial de resultados por parte del ISP.

Participación Internacional:

- Coordinador Nacional del Programa del OIEA/OMS “Auditoría postal para unidades de radioterapia”. En 2018 se invitó a participar a diez centros de radioterapia, de los cuales respondieron y completaron el proceso solo tres. Los resultados obtenidos fueron satisfactorios, obteniéndose desviaciones que cumplen con criterios establecidos para la aceptación de este ejercicio (menor al 3,5%).
- Miembro Red Internacional de Laboratorios Patrones Secundarios asociada al Network OIEA/OMS.
- Participación en reunión “Revisión y actualización de las capacidades de calibración y para definir los requisitos para establecer y actualizar los laboratorios estándar de dosimetría como soporte a la red SSDL” (RLA 9085). Abril, Brasil.

- En las pruebas pre-operacionales de la instalación Theratron Phoenix 2000 N° 127 se hizo una comparación utilizando dosimetría Fricke y protocolo OIEA-TRS-277. Con los resultados obtenidos se realizó la calibración y estandarización de la unidad Noratom.

Participación Nacional:

- Participación en programa académico de la carrera de Tecnología Médica, mención Radiología y Física Médica (U. de Chile), postítulo en Radioterapia Oncológica (Fundación Arturo López Pérez - Universidad Austral).
- Miembro permanente de la subcomisión de radioterapia oncológica del Comité de Cáncer y Tabaquismo del Ministerio de Salud.
- Evaluación de Dosimetría Clínica y planificación de los efectos en casos clínicos atípicos en Clínica Alemana y Clínica las Condes.
- Participación de programa académico de Ingeniería Física, Facultad de Ciencias de la Universidad de Santiago de Chile.
- El personal del Laboratorio concluyó el rediseño, actualización e instalación en el CEN La Reina del Irradiador Noratom (Co-60).
- Participación en calidad de experto de funcionario del Laboratorio en Voucher de Innovación “Gamma Tomography” de Corfo (PEC-CCHEN).
- Durante el ejercicio 2018 se efectuaron 344 calibraciones y la estandarización de equipos detectores de uso en protección radiológica operacional (265 externos y 79 de la CCHEN) en unidades operacionales.
- Ingresos por concepto de “Calibración y estandarización” de equipos detectores de radiaciones ionizantes por la suma de \$107.444.716 (a diciembre de 2018).
- 344 informes técnicos emitidos por el Laboratorio Metrología de Radiaciones Ionizantes en Chile.

Capacitación recibida en Chile:

- Funcionario asistió a ISO/IEC 17025:2017 Workshop organizado por la Red Nacional de Metrología del INN y dictado por Georgette McDonald, director de National Research Council. Agosto.
- Funcionario asistió al Curso NCh-17025:2017 Laboratorios de Ensayo y Calibración. INN, Septiembre.

Capacitación recibida en el extranjero:

- Curso de capacitación regional “Calibración de rayos X en laboratorios de dosimetría de estándares secundarios”. Diciembre, México.
- Capacitación regional “Calibración de dosímetros de radioterapia con laboratorios de dosimetría de estándares secundarios”. Diciembre, UK.
- Capacitación “Establecimiento de SSDL y un sistema de gestión de calidad”. Diciembre, Austria.
- Curso de entrenamiento regional. Octubre, Brasil.

Capacitación otorgada a personas o entidades a nivel nacional por el

Departamento:

Cursos programados	Fecha
Curso Específico de Protección Radiológica Operacional (CEPRO) I y II	Julio y octubre
Curso Básico de Protección Radiológica I, II y III	Abril, agosto y noviembre
Curso para Auxiliares del Servicio de Salud (CASS) 01/01	Octubre
Curso para Carabineros de Chile	Noviembre
Curso para Policía de Investigaciones	Abril
Curso Seguridad Radiológica para U. Mayor	Marzo y julio
Curso Seguridad Radiológica para U. Chile	Marzo y julio
Curso Seguridad Radiológica para U. de Valparaíso	Marzo y julio
Curso Protección Radiológica U. de La Frontera	Diciembre

Capacitaciones otorgadas a personas y entidades a nivel nacional.

Servicios del Laboratorio de Alcance Nacional:

Año	Calibra- ciones	Ingresos generados	Cursos CCHEN		
	Externos	Internos	MM\$	Internos	Externos
2014	109	101	33,95	18	2
2015	213	113	33,90	12	-
2016	224	103	45,25	13	1
2017	275	71	87,24	14	1
2018	265	79	107,44	12	-

Cursos CCHEN en que funcionarios del Laboratorio participaron en calidad de profesores.



Preparación equipo para metrología.

Departamento Gestión Integral

Responsable: Verónica Sepúlveda Gutiérrez

Contacto: veronica.sepulveda@cchen.cl

Objetivo

Asegurar la mantención y actualización del Sistema de Gestión de Calidad en la Institución, permitiendo desarrollar las actividades de una manera estandarizada, para dar cumplimiento a los requerimientos de nuestros clientes, tanto internos como externos.

Asegurar el cumplimiento legal ambiental vigente aplicable a las instalaciones del centro de estudios nucleares La Reina y Lo Aguirre de la CCHEN, por estar clasificadas como industriales.

De este Departamento dependen las secciones: Gestión de Calidad, Gestión Ambiental y Control de Riesgos.

Hechos relevantes

Gestión de Calidad:

- 18 auditorías internas, considerando la norma ISO 9001 e ISO 17025. Asimismo, se efectuó la reevaluación del Laboratorio Metrología de Radiaciones ionizantes bajo la norma ISO17025 del INN.

Gestión Ambiental:

- Se realizaron las declaraciones por cada sistema sectorial habilitado en Ventanilla Única (Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos, SIDREP; D.S. N° 138 del Sistema Nacional de Declaración de Residuos, SINADER; Responsabilidad Extendida del Productor, REP), cumpliendo con los plazos establecidos en la normativa ambiental vigente aplicable y por establecimiento registrado ante el Ministerio del Medio Ambiente.
- Se inició el control radiológico interno de las descargas líquidas para cada centro nuclear, según la Guía N° 115 del OIEA y de la Norma Chilena 409/1 Agua potable – Parte 1. Se contó con apoyo de la Sección Vigilancia Radiológica Ambiental de la CCHEN.

Gestión de Riesgos:

- Se aprobó y difundió el procedimiento de calidad “Proceso de Gestión de Riesgos”.
- Se aprobó y difundió el “Manual Prevención Lavado de Activos, Financiamiento del Terrorismo y Delitos Funcionarios”.

Oficina de Asesoría Jurídica

Responsable: Gloria Zárate Pérez

Contacto: gloria.zarate@cchen.cl

Objetivo

Asegurar que las actividades y procesos que desarrolle o tengan relación con la Comisión, o con aquellos que sean solicitados a esta, cumplan con los requisitos que el ordenamiento jurídico impone y con los criterios propios del área de desempeño de donde provenga la solicitud.

Asimismo, en su ámbito de acción, le corresponde mantener los vínculos con los organismos externos, para que el país dé cumplimiento a su rol en la comunidad nuclear.

Hechos relevantes:

Se asesoró, elaboró y tramitó un total de 18 convenios:

Nº Convenio	Contraparte Convenio	Nº Resolución	Fecha Resolución	Descripción	Duración
031/2018	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica	028/2018	16-02-2018	Transferencia de recursos del Proyecto Anillo de Investigación en Ciencia y Tecnología 2017.	3 años
037/2018	Centro de Investigación en Minería y Metalurgia	035/2018	05-03-2018	Colaboración científica y técnica. Comodato de porción de terreno en CEN La Reina.	10 años renovable por iguales periodos
039/2018	Corporación de Fomento de la Producción	037/2018	06-03-2018	Fortalecimiento, proceso autorización y control de ventas de litio.	Indefinido
041/2018	Agencia Nacional de Inteligencia	049/2018	16-03-2018	Análisis de solicitudes de exportación de material nuclear y sustancias radiactivas (1ª categoría).	Indefinido
		098/2018	15-06-2018	Modificación convenio N° 041/2018.	

043/2018	Comité de Minería no Metálica	057/2018	28-03-2018	Ejecutar y desarrollar programas de investigación geocientífica en ámbitos geológicos, hidrogeológicos, hidrogeoquímicos, de preparación y análisis químicos de laboratorios, investigación de procesos metalúrgicos, químicos y físicos, para apoyar, facilitar y promover el desarrollo sustentable de las actividades relacionadas a los salares y a la minería del litio.	3 años renovable
057-2018	Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE)	082/2018	15-05-2018	Préstamo equipos detectores de radiación ionizante a largo plazo a la CCHEN, para uso en actividades nacionales de respuesta a emergencia radiológica.	Indefinido
061/2018	Nanotec s.a.	095/2018	05-06-2018	Confidencialidad de datos y de información, incluyendo derechos de autor, patentes técnicas, modelos, invenciones, know-how, procesos, algoritmos, programas, investigaciones, detalles de diseño, información financiera, clientes, inversionistas, empleados, negocios y contratos, planes de marketing.	5 años
072/2018	Universidad de Santiago de Chile	123/2018	04-07-2018	Aportar recursos humanos y materiales para desarrollar actividades conjuntas, y procurar su financiamiento a través de terceros (privados y fondos concursables nacionales e internacionales).	3 años
079/2018	Universidad de Chile (CND-CTBT)	128/2018	12-07-2018	Aprovechar con fines científicos la información recopilada por las estaciones del Sistema Internacional de Monitoreo emplazadas en Chile, en el marco del Tratado de Prohibición Completas de Ensayos Nucleares.	12 meses
098/2018	Gansu DX Chile Spa	142/2018	17-08-2018	Colaboración para desarrollar proyecto de planta piloto de extracción y procesamiento de litio.	5 años
102/2018	Universidad de Chile	151/2018	29-08-2018	Profundizar la investigación en física de plasma, potencia pulsada y aplicaciones a materiales y a materia viva, desarrollada en la CCHEN, junto a investigadores de la U. de Chile.	31 dic. 020

103/2018	Fundación Planetario	154/2018	29-08-2018	Realización de un corto audiovisual sobre ciencias nucleares y su relación con las ciencias astronómicas para difundir en funciones de El Planetario.	12 meses
110/2018	Centro de Investigación Minera y Metalúrgica	162/2018	10-09-2018	CCHEN autoriza al CIMM para que los profesionales que este designe realicen estadía en calidad de expertos en el CEN La Reina.	1 año
121/2018	Primer Tribunal Ambiental	193/2018	15-11-2018	Colaboración para desarrollar acciones, estrechar vínculos y difundir actividades conjuntas.	Indefinido
142/2018	Instituto Nacional de Normalización	215/2018	27-12-2018	Financiar las actividades a realizar por el laboratorio designado en la magnitud de radiaciones ionizantes.	31 dic. 2018
146/2018	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica	006/2019	11-01-2019	Mediante “Concurso Inserción de Capital Humano Avanzado en el sector productivo, 2ª convocatoria 2018”, se financió proyecto “Evaluación de la radio-hórmesis como metodología para el mejoramiento de parámetros de crecimiento en las especies eucalyptus nitens y peumus boldus”.	24 meses
147/2018	Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica	007/2019	11-01-2019	Mediante “Concurso Inserción de Capital Humano Avanzado en el sector productivo, 2ª convocatoria 2018”, se financió proyecto “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”.	24 meses

Convenios vigentes en 2018.

Departamento de Administración Financiera

Responsable: José Maldonado Osorio

Contacto: jose.maldonado@cchen.cl

Objetivo

Proporcionar apoyo para el desempeño efectivo de las actividades de la Institución, desarrollando los procesos que permitan proveer los recursos financieros, materiales y de otro tipo, para lograr el funcionamiento normal requerido por las diferentes unidades, incluyendo el desarrollo de los procesos de adquisición, comercialización, contabilidad, ejecución presupuestaria, cobranzas, distribución y gestión de inventarios y servicios generales de los diferentes centros.

Hechos relevantes

- El total recaudado en 2018 por concepto de Cobranzas ascendió a M\$ 3.171.963, correspondiente a un 86% del total adeudado por usuarios a esa fecha.
- Del total, M\$ 2.819.340 se deben a la recuperación de servicios facturados en 2018 y M\$ 352.623, a facturas pendientes de años anteriores.
- El porcentaje de ingresos de operación comprometido con el Ministerio de Hacienda, por acciones de cobranzas respecto al monto total facturado de ingresos de operación en 2018, fue de un 86%, recaudado efectivamente en un 86%.
- Respecto a la cobranza de años anteriores, se recuperó un 94,07%.

Estado consolidado de resultado monetario

Ingresos percibidos y gastos efectivos

Periodo: 01/01 al 31/12 de 2017 y 2018 (moneda nacional en miles de pesos)

	Al 31.12.2018	Estruc- tura %	Al 31.12.2017	Estruc- tura %
Fuentes operacionales	13.207.488	100%	11.741.709	100%
Transferencias corrientes	363.512	2,75%	115.749	0,99%
Rentas de la propiedad	225.034	1,70%	223.497	1,90%
Ingresos de operación	2.819.402	21,35%	2.349.754	20,01%
Otros ingresos corrientes	134.756	1,02%	134.708	1,15%
Aportes fiscales	9.150.806	69,28%	8.327.397	70,92%
Venta de activos no financieros	-	0,00%	20.737	0,18%
Recuperación de prestamos	383.555	2,90%	305.463	2,60%
Saldo inicial de caja	130.423	0,99%	264.404	2,25%
Menos:				
Usos operacionales	12.808.505	100%	11.711.640	100%
Gastos en personal	7.838.370	61,20%	7.862.025	67,13%
Bienes y servicios de consumo	2.292.143	17,90%	2.137.962	18,26%
Prestaciones de seguridad Social	1.467.384	11,46%	809.802	6,91%

Transferencias corrientes	30.752	0,24%	53.774	0,46%
Íntegros al Fisco	148.326	1,16%	43.095	0,37%
Adquisición de activos no financieros	213.751	1,67%	304.893	2,60%
Iniciativas de inversión	238.262	1,86%	105.396	0,90%
Servicios de la deuda	579.517	4,52%	394.693	3,37%
Superávit operacional	398.983		30.069	

Estado consolidado de resultado monetario.

Departamento Logístico

Responsable: Jimena Arenas Fuentes

Contacto: jimena.arenas@cchen.cl

Objetivo

Entregar apoyo y soporte en la cadena de suministros de la Institución. Ejecutar los procesos que permitan proveer servicios a clientes internos y productos a clientes externos, mediante el desarrollo de los procedimientos de adquisiciones, almacenamiento e inventario, servicios generales y transporte.

Hechos relevantes

Sección Adquisición y Contratos:

- En abril de 2018, entró en operación el sistema de gestión SAP Business One y se lanzó el nuevo módulo de compras para mejorar eficiencia y trazabilidad del proceso.
- Se realizaron cerca de 1.000 procesos de adquisición de bienes y servicios, con emisión de Resolución Exenta de Compra (nacionales e internacionales), por un monto global cercano a los \$2.200.000.000.
- Se realizaron 281 licitaciones, un 39% más que en 2017.
- La evaluación de proveedores, efectuada por los responsables de proyectos críticos, fue de 4,6 (de 1 a 5, donde 5 es la nota más alta).
- Los procesos de adquisición más relevantes fueron:
 1. Licitación para construcción de una instalación centralizada de almacenamiento de desechos radiactivos | \$1.202.680.303. La Contraloría General de la República no tomó razón del contrato de la ejecución de las obras civiles.
 2. Equipos de protección radiológica para el nuevo almacén centralizado de desechos radiactivos | \$106.000.000.
 3. Grúa horquilla y elevador de personas para el nuevo almacén de desechos radiactivos | \$37.400.000.
 4. Ampliación del sistema de ventilación del ciclotrón | \$139.644.120.
 5. Sistema dosimétrico para el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes | \$61.000.000. Con esto se cumplió el proceso de acreditación del Laboratorio como nodo de referencia nacional en magnitudes radiológicas.

6. Kit de producción de F18-FDG | \$41.361.000.
7. Reparación de equipos de aire acondicionado (Sede Amunátegui) | \$36.295.000.
8. Dosímetros TL con cuatro Pellets MTS-N para Sección Dosimetría Individual | \$35.330.750.
9. Vehículo para transporte de radioisótopos y radiofármacos | \$33.500.000.
10. Estudio medioambiental solicitado por la Oficina Asesora de Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia | \$31.8785.000.
11. Servicio de mantenimiento anual del ciclotrón | \$31.000.000.
12. Reactivo LAL (Lisado de amebocitos de Limunus) estándar y agua calidad LAL para Sección Control de Calidad de la División de Producción y Servicios | \$25.750.000.
13. Agua enriquecida para producción de FDG en el Ciclotrón | \$23.150.000.
14. Equipo de monitoreo AMS-4 con accesorios para chimenea de ventilación para el Reactor Nuclear Experimental (RECH-1) | \$20.000.000.
15. Calibración y actualización de equipo MMC (Máquina de Medición de Coordenadas) con patrones Mitutoyo del Departamento Materiales Avanzados | \$18.000.000.

Sección Servicios Generales:

- Supervisión del cumplimiento de contratos de servicios básicos, como: alimentación, aseo y transporte, entre otros.
- Coordinación de temas logísticos para apoyar actividades de la Comisión, tales como: presentaciones, seminarios, cursos, talleres, misiones de expertos, reuniones, visitas, charlas, además de otras actividades protocolares, detalladas a continuación:
 1. Visitas nacionales e internacionales, instituciones, colegios y universidades: 12 presentaciones.
 2. Eventos: 2 seminarios con Aduanas, Carabineros, Bomberos y PDI, 10 cursos de protección radiológica (CEPRO y CUBEPRO).
 3. Talleres “Desarrollo de habilidades blandas y gestión de calidad”: 5 talleres.
 4. Misión de experto: 2 misiones del Departamento de Energía de EE.UU., 5 talleres, 4 misiones de experto, 8 visitas y 2 charlas.
 5. Reuniones de la Dirección Ejecutiva, Auditorías, Consejo de la Sociedad Civil (COSOC), Consejo de Calidad y otros: 67 reuniones.
 6. Inventarios y activo fijo:
 7. Se incorporaron 196 bienes, mediante altas de inventario.
 8. Se registran bajas de bienes que posteriormente fueron rematados.
 9. Se actualizaron 86 planchetas, por cambios de dependencias e incorporación de bienes.
 10. Transporte:
 11. Se incorporó un nuevo camión con mayor capacidad de carga para cumplir con la

creciente necesidad de transporte de cápsulas irradiadas desde el Reactor Nuclear Experimental RECH-1 (Centro de Estudios Nucleares La Reina) al Laboratorio de Radioquímica (Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre).

12. Se hizo entrega de productos radioactivos que beneficiaron a más de 200 pacientes diarios. Para ello se cuenta con una flota de 10 vehículos y 8 conductores capacitados para realizar el transporte de este tipo de productos, que hoy cubre el 41% del mercado nacional en el rubro de radiofármacos.
13. Autenticación en trámite del desempeño de los conductores para el transporte de material radioactivo, en cumplimiento con normativa vigente.
14. Capacitación de los conductores en el área de traslado de bultos radioactivos.

Departamento de Ingeniería y Mantenimiento

Responsable: Remigio Contreras Camus

Contacto: remigio.contreras@cchen.cl

Objetivo

Proveer servicios de ingeniería, mantenimiento de infraestructura y equipamiento en las sedes de la CCHEN, para lograr la máxima disponibilidad de la instalación y optimizar los recursos existentes, buscando preservar la calidad del servicio, evitando el deterioro prematuro de las instalaciones, mediante acciones preventivas o correctivas, en caso ser necesario. El Departamento está compuesto por la Sección de Ingeniería y Proyectos, Sección de Continuidad Operacional y Talleres y Mantenimiento.

Hechos relevantes

Seguimiento de los planes de mantenimiento realizados a instalaciones críticas y reporte de avance mensual:

N°	Instalación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	Ciclotrón	0	30	30	30	30	67	80	80	80	95	100	100
2	Dosimetría	0	100	100	100	100	100	100	80	80	82	100	100
3	Liofilizados	0	35	35	35	35	73	93	93	93	92	100	100
4	Planta Elementos Combustibles	0	0	0	42	42	42	24 (2)	24	24	90	90	91
5	Planta Irradiación Multi-propósito	0	22	22	44	44	82	72	72	72	72	88	100

6	Laboratorio de Radioquímica	100	89	89	89	89	89	90	90	90	91	91	100
7	Planta Producción Radioisótopos	0	0	29	29	29	29	29	29	29	29	29	
8	RECH-1	0	40	40	40	40	84	81	92	100	100	100	100
9	Gestión de Desechos Radiactivos	0	0	22	48	48	65	66	66	66	66	66	66
10	Control de Calidad	0	40	40	40	40	83	83	83	83	83	83	83
	Promedio general (%)	8,3	29,7	33,9%	41,4	41,4	67,8	59,8	71	72	80	84,7	93,3

- También reportó el seguimiento de los SLA (Service Level Agreement, por sus siglas en inglés) del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento:

División Corporativa Departamento de Ingeniería y Mantenimiento						
Informe niveles de servicio 12-2018						
Periodo	SLA 2.1	% cumplimiento	SLA 2.2	% cumplimiento	SLA 2.3	% cumplimiento
	Respuesta a solicitudes [día/sol]		Respuesta a reparaciones [día/sol]		Tasa fallos [fallo/sistema]	
Meta	< = 2 días hábiles		< = 5 días hábiles		< = 10%	
ENERO	1,40	100%	6,40	72%	0,49%	100%
FEBRERO	1,90	100%	4,80	100%	0,49%	100%
MARZO	2,40	80%	4,40	100%	0,49%	100%

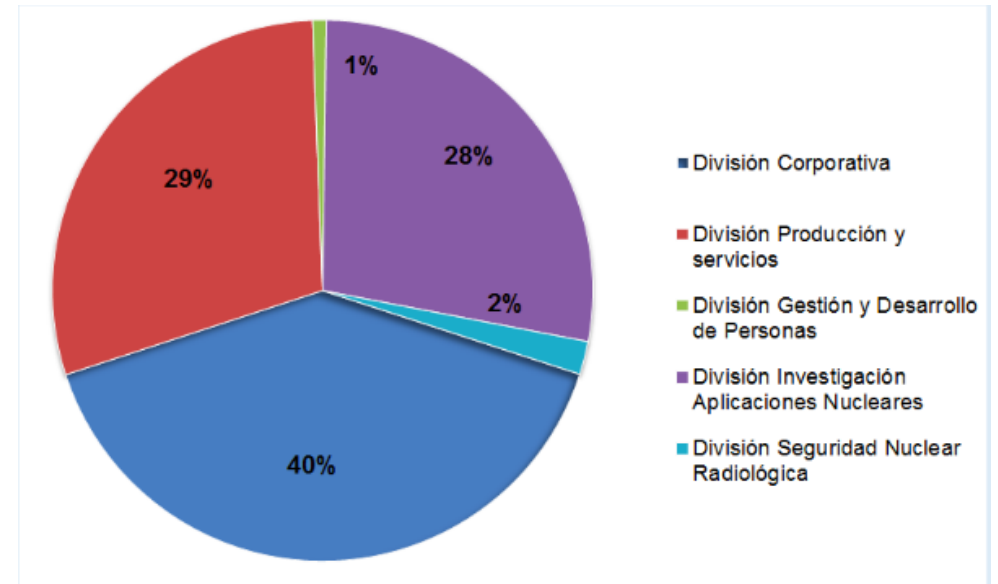
ABRIL	2,30	85%	4,50	100%	0,49%	100%
MAYO	2,20	90%	4,40	100%	0,49%	100%
JUNIO	2,30	85%	3,90	100%	0,87%	100%
JULIO	2,30	85%	6,34	73%	0,87%	100%
AGOSTO	2,40	80%	6,00	80%	0,87%	100%
SEPTIEMBRE	2,50	75%	5,80	84%	0,87%	100%
OCTUBRE	2,50	75%	6,10	78%	0,90%	100%
NOVIEMBRE	2,22	89%	5,73	85%	0,93%	100%
DICIEMBRE	2,19	91%	5,56	89%	0,95%	100%

Informe niveles de servicio 12-2018.

- Estadísticas de la Mesa de Servicio del Departamento de Ingeniería y Mantenimiento:

División / Oficina Asesora	Nº solicitudes
División Corporativa	687
División Producción y Servicios	506
División Gestión y Desarrollo de Personas	14
División Investigación y Aplicaciones Nucleares	478
División Seguridad Nuclear y Radiológica	34
Oficina Asesora Jurídica	5
Oficina Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia	9
Oficina Auditoría y Control Interno	8
Oficina Planificación y Control de Gestión	2
Oficina Asesora de Comunicación Corporativa	11
Dirección Ejecutiva	3

Total de solicitudes recibidas año 2018: 1757



- Administración contratos de mantenimiento del aire acondicionado y ascensores de la CCHEN:
 1. 306 equipos de aire acondicionados operativos.
 2. Mantenimiento de tres ascensores (dos en la Sede Amunátegui, uno en el Reactor Experimental Nuclear (RECH-2) del CEN Lo Aguirre y seis montacargas en el CEN La Reina).
 3. En 2018, se realizó el proyecto Ensayo de bultos tipo A utilizados en producción:
 - El objetivo fue verificar y demostrar, mediante ensayos mecánicos de aspersión de agua lluvia, caída libre sobre vértice, apilamiento, penetración y caída libre desde 9 metros, que los bultos tipo A BP1, BP2 y BP3 utilizados en el transporte de Tecnecio-99m y Iodo-131, cumplen con los requerimientos establecidos en el Decreto N° 12 del Reglamento para el transporte seguro de materiales radiactivos.
 - Gracias a la colaboración del equipo de Dibujo y Talleres, se diseñaron y fabricaron los instrumentos para cada tipo de ensayo, logrando un resultado satisfactorio que concluyó que los tres bultos Tipo A utilizados en los ensayos cumplen con las exigencias requeridas y son aptos para su uso.
 - El informe de los resultados de estos ensayos fue presentado a la División de Seguridad Nuclear y Radiológica, ente regulador que aprobó el trabajo realizado en 2018.

Apoyo en elaboración del Informe de Diagnóstico del Sistema de Ventilación de la Planta de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos:

- En mayo, la empresa INDFAR elaboró un informe de diagnóstico del sistema de ventilación del Laboratorio de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos, donde el equipo de Ingeniería participó como contraparte y apoyo técnico en las visitas a terreno, inspección de equipos y ductos, ensayos y pruebas de estanqueidad, velocidad en ductos, recuperación y particulado, entre otros.

Colaboración técnica en Auditoría de la Planta de Producción junto a experto del OIEA:

- En junio, se recibió la misión de experto a cargo del representante del OIEA, Roberto La Forgia, quien colaboró asesorando y estableciendo

una ruta a seguir para rediseñar el actual sistema de ventilación de la Planta de Producción de Radioisótopos y alcanzar el grado GMP (Good Manufacturing Practices, por sus siglas en inglés).

- Para esto, se trabajó en conjunto, estimando y recalculando los nuevos caudales de aire, redistribuyendo el espacio actual, promoviendo un equipamiento más eficiente, rediseñando las celdas de producción y considerando áreas con clasificaciones de aire.
- Las actividades de apoyo consideraron visitas a terreno, modelos 2D y 3D, revisión de planos, cuantificación de capacidad de equipos y su especificación técnica. Finalmente, se propuso rediseñar el actual laboratorio, conservar algunos equipos y reemplazar otros. El nuevo diseño también considera zonas de trabajo con clasificación, considerando riesgos de contaminación y zonas sin clasificación que corresponden a las de tránsito y pasillos.

Proyecto de ampliación de capacidades del Ciclotrón:

- Surge de la necesidad de satisfacer el requerimiento país de abastecer equipos PET en instalaciones de salud estatal. Por eso, considerando las actuales limitaciones en producción, recursos humanos e infraestructura, se constituyó este proyecto que orienta sus fuerzas al aumento de producción de flúor 18-FDG, garantizando su calidad y continuidad.
- El proyecto considera gestión de documentación de autorizaciones sectoriales, por parte de la División de Seguridad Nuclear y Radiológica (CCHEN), Instituto de Salud Pública (ISP) y Servicio de Evaluación Ambiental (SEA), complementado con labores de ingeniería, dado que el objetivo es que esta instalación sea la primera en cumplir la normativa GMP de la industria farmacéutica, la reglamentación nuclear y radiológica, y la ambiental, en conjunto.

Instalación centralizada de almacenamiento de desechos radiactivos, CEN Lo Aguirre:

La construcción del Almacén nacional de desechos radiactivos de la CCHEN busca mantener y mejorar la capacidad de su infraestructura para satisfacer las necesidades nacionales de los próximos 10 a 20 años, con-

forme a requisitos de seguridad radiológica, higiene y seguridad industrial, protección física y protección del medio ambiente, y en cumplimiento con la legislación nacional vigente.

A continuación, se resumen las obras y mantenimientos relevantes realizados en el período:

Proyecto – Obra – Mantenimiento	Sede	Estado	Cliente interno/ externo
Reparación de Red Contra Incendio	Lo Aguirre	Terminado	División Corporativa
Mantenimiento Te-chumbre Casino	Lo Aguirre	Terminado	División Corporativa
Mantenimiento de Ascensores y su Certificación	Lo Aguirre - La Reina - Amunátegui	Terminado	División Corporativa
Mantenimiento de equipos de aire acondicionado	Amunátegui	Terminado	División Corporativa

Principales obras y mantenimiento efectuados en las instalaciones CCHEN en 2018.

La Sección Talleres y Mantenimiento, a través de sus áreas de Electrónica, Mecánica, Soplado de Vidrio y Electricidad Industrial, ejecutó 1.751 trabajos de mantención preventiva, correctiva, de diseño, fabricación y montaje, requeridos por usuarios de diversas instalaciones de la Comisión. Se trabajó en la entrega de información de energéticos para PMG de Gestión de la Energía.

Trabajos realizados para el RECH-1:

- Mantención preventiva de todos los módulos electrónicos de medición en sala de control.
- Mantención correctiva con pronta respuesta ante fallas de los sistemas con alta prioridad en su ejecución.
- Trabajos realizados para la Planta de Producción de Radioisótopos:
- Traslado exitoso del fraccionador de cápsulas blandas para Iodo-131 desde el Laboratorio de Producción de Radiofármacos del CEN La

Reina a la celda de fraccionamiento del CEN Lo Aguirre, permitiendo el desarrollo del producto en cápsulas blandas.

- Se trabajó en conjunto con Taller Eléctrico y Mecánico en el montaje de la celda de respaldo para producción de Iodo-131 en el CEN Lo Aguirre.
- Se trabajó en el diagnóstico del Laboratorio de Producción de Radiofármacos del CEN La Reina con la empresa INDFAR y se realizó un plan de mejora con experto del OIEA.

Trabajos realizados para la Planta de Irradiación Multipropósito:

- Cambio de cables del sistema semi continuo de la Planta de Irradiación Multipropósito y mantenimiento preventivo de los sistemas de respaldo de energía y control, permitiendo mantener la planta operativa 7 x 24 hrs. durante el año.
- Con asesoría de una empresa especialista en automatización, se realizó un plan de renovación del sistema automático de la Planta de Irradiación Multipropósito, que contempló el recambio de todo el sistema de control que proporcionará a lo menos 10 años más de vida.
- El Laboratorio de Electrónica desarrolló el proyecto de automatización de la operación del Irradiador de Cesio-137. Con ello se aumenta en un 30% su productividad y se reduce la posibilidad de error en los tiempos de irradiación.

Proyecto de modificación irradiador Noratom:

Las unidades de Electrónica, Electricidad y Mecánica apoyaron el proceso de reacondicionamiento del irradiador Noratom, modificando su diseño y montaje mecánico para reducir riesgos y tiempos de operación.

Nuevo diseño implica que irradiador puede ser cargado por el operador a nivel de piso, ofreciendo más seguridad, reduciendo los tiempos de uso y mejorando su productividad.

Se diseñó, fabricó y montó un nuevo sistema de control automático electrónico en reemplazo de su control original de tipo electro-mecánico. Irradiador ITIEC:

- Fabricación completa de un nuevo irradiador de cobalto, empleando

como referencia el diseño del irradiador Noratom. Participaron las áreas de Mecánica Industrial, Electricidad y Electrónica.

- Involucró las siguientes tareas:
- Montaje de gabinete plomado y sistema de carga para transporte de material radiactivo.
- Fabricación de blindajes de tipo plomado.
- Reparación de red húmeda contra incendios en CEN Lo Aguirre.
- Nuevo cableado de elevación de fuente de la Planta de Irradiación Multipropósito.
- Fabricación de puente grúa para la Sección Gestión de Desechos Radiactivos.
- Fabricación de botes de cuarzo y equipos para producción.



Componentes Irradiador



Componentes Irradiador montado

Departamento de Tecnología de la Información y Comunicaciones

Responsable: Raúl Riquelme Rojas

Contacto: raul.riquelme@cchen.cl

Objetivo

Proporcionar a la CCHEN las capacidades de tecnologías de la información y comunicaciones, para contribuir y colaborar en el logro de los objetivos de las unidades y procesos de la Institución y de los servicios que entrega. Para desarrollar sus labores, cuenta con el Área de Seguridad de la Información y las secciones Centro de Atención al Usuario, Proyectos Tecnológicos Informáticos y Soporte, Infraestructura y Redes.

Hechos relevantes

- **Implementación de SAP** (Systems, Applications and Products, por sus siglas en inglés). Módulos de Compras y Ventas están operativos en un 100%.
- **Desarrollo y puesta en operación del portal de Productos y Servicios** (Portal de Negocios 2.0), a través del cual se recibieron cerca de 5.200 solicitudes en 2018.
- **Cumplimiento del Programa de Mejoramiento de la Gestión:**
 1. Seguridad de la Información: se cumplió en un 92.11% el total de controles (105 de 114) de la NCh 27001, que mandata a la Administración Pública para que la información cumpla con los requisitos de disponibilidad, integridad y confidencialidad, cuando corresponda. A la CCHEN le competen 107 controles de un total de 114 que contiene.
 2. Trámites digitalizados: en el marco del PMG de Gobierno Digital, se digitalizaron 10 de 11 trámites institucionales informados en la plataforma Chile Atiende.
 3. Transparencia Activa CCHEN: se realizó la migración del sitio web de Transparencia Activa institucional a sitio web centralizado del Gobier-

no (Portal Transparencia), por disposición del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, desde julio de 2018.

Algunos indicadores:

- Disponibilidad de conectividad y aplicaciones: promedio anual 97,7%.
- Se dio solución a 1.342 requerimientos realizados a la Mesa de Servicio.
- Mesa de Servicio: tiempo de respuesta de 1,49 días en promedio.
- Datos estadísticos del proyecto SAP: documentos/formularios creados en SAP:
 1. Compras: 971 solicitudes de compra / 642 resoluciones de compra
 2. Ventas: 5200 órdenes de ventas / 12500 entregas
 3. Finanzas: 3000 facturas de ventas / 1000 facturas de compra
- Se prolongó la red LAN hacia el segundo piso de la Biblioteca, para lo cual se instaló y configuró un switch 10/100/100. Este equipo entrega señal a las tres salas nuevas de ese piso.
- Se cambió el equipamiento de comunicaciones en el Laboratorio Metrología de Radiaciones Ionizantes, mejorando la señal en el área.
- Mantenimiento y cambio de cuatro generadores (UPS, Uninterruptible Power Supply) en sala del Datacenter, para mejorar la disponibilidad del tiempo de servicio.
- Se instaló switch de 1G en sala de Datacenter, para integrar los servidores a la plataforma SAP.
- Ampliación de WiFi: se configuraron e instalaron dos nuevos router WiFi de 4K, 4G y 5G en el 2° piso de la Biblioteca, y en el 3° piso del sector norte del CEN La Reina, ampliando la señal del sector.
- Disponibilidad de conectividad y aplicaciones: promedio anual 97,7%.
- Equipos entregados:

Equipamiento nuevo	Cantidad
--------------------	----------

PC	7
Notebook	9
Impresoras	7
Monitores	1
Router Wi-Fi	2
Scan trabajo pesado	5

Equipos entregados.

- **Portal de Productos y Servicios (Portal de Negocios 2.0):**

Se desarrolló y puso en operación una nueva versión del Portal de Productos y Servicios, disponible en www.cchen.cl. Mejoras al carro de compras e imágenes de los productos, además de considerar la integración con la plataforma SAP Business One.

- **Portal Consulta de libros en Biblioteca CCHEN:**

Se desarrolló y puso en marcha en cchen.cl, una aplicación web (link: <http://negocios.cchen.cl/biblioteca/home.aspx>) caracterizada por su compatibilidad con distintos dispositivos móviles. Considera:

1. Búsqueda de material bibliográfico desde la colección de Bibliotecas de la CCHEN, aplicando filtros independientes entre sí (materia, autor, autor corporativo, editor, título, año, nombre de serie). El resultado de la búsqueda presenta el total de ocurrencias o coincidencias, permitiendo descargar el listado de resultados obtenidos en formato Excel.
2. “Fichas” con la información obtenida, incluye tipo de material, clasificación, cutter, autor, editor, autor corporativo, título, año, páginas, materia, códigos de la sede La Reina y Lo Aguirre, nombre de la serie y observaciones.
3. Presenta información de la Biblioteca (contacto, horarios, sede) y enlaces de interés.

- **PMG: Programa Mejoramiento Gestión de Gobierno Digital:**

En el marco del Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) de Gobierno Digital, se realizaron desarrollos orientados principalmente a mejorar la digitalización del trámite “Venta y recambio de Dosímetros”. Destacan las tareas realizadas en el área de Dosimetría y en el Portal de Productos y Servicios, cuyos aportes son:

1. Atención “no presencial” del trámite.
2. Incorporación y administración de nuevos tipos de dosímetros a utilizar por el área de Dosimetría.

Lo anterior permitió alcanzar un 90,91% de trámites digitalizados.

En el marco del PMG de Gobierno Digital, a la fecha, se logró digitalizar 10 de 11 trámites institucionales informados en la plataforma Chile Atiende.

- **Transparencia Activa CCHEN:**

Se realizó la migración del sitio web de Transparencia Activa institucional a un sitio web centralizado del gobierno (Portal Transparencia), por instrucción del Ministerio Secretaría General de la Presidencia, a partir de julio de 2018. Debido a esto se generaron dos enlaces de Gobierno Transparente en nuestro sitio web institucional:

- Gobierno Transparente histórico: información antigua (hasta junio de 2018) en sitio web institucional.
- Gobierno Transparente: información desde julio de 2018 en sitio web centralizado de gobierno.

En lo referente a las publicaciones mensuales, estas se realizaron de manera completa y oportuna mediante la actualización del sitio web institucional de Transparencia, dando cumplimiento a la Ley de Acceso a la Información Pública N° 20.285 y a las instrucciones generales N° 8, 9 y 10 sobre “Transparencia Activa” de los organismos de gobierno.

- **Sección Centro de Atención al Usuario (CAU):**

1. Se recibieron 1362 solicitudes en 2018, destacando que un gran porcentaje fue resuelto por el CAU directamente. El incremento de las solicitudes, en relación a años anteriores, se debió a la operación

de la nueva plataforma SAP institucional.

2. El tiempo promedio de respuesta fue de 1,49 días, que es el tiempo que se considera cuando la solicitud no requiere de proveedores externos, tales como garantías, adquisición de repuestos o habilitación de servicios de terceros.
3. Apoyo logístico y audiovisual a reuniones nacionales e internacionales, dentro y fuera de la CCHEN.

Seguridad de la Información:

- Se realizó el diagnóstico del Sistema de Seguridad de la Información, basado en los 114 controles de la NCH 27001.
- Se implementaron 4 nuevos controles de la NCH 27001.
- Se dictaron 3 charlas de Seguridad de la Información en cada una de las sedes CCHEN.
- Se realizaron prácticas de Ethical Hacking, para mejorar aspectos de ciberseguridad en la Institución.

Proyecto SAP:

Adquisiciones (en operación)

1. Módulo 100% operativo.
2. Se incluyeron compradores y aprobaciones de los jefes de División al proceso de compra, validando el presupuesto en línea al generarse una solicitud de compra.
3. Manejo de resoluciones de compra, importaciones y órdenes de compra menores.
4. Trazabilidad de la compra desde la solicitud hasta el pago.
5. Ventas (en operación)
6. Módulo 100% operativo.
7. Habilitación del Portal de Negocios 2.0, incorporando tecnologías modernas, además de la opción “Carro de compras”. Se integró el Portal de negocio institucional con el módulo de SAP.
8. Manejo de órdenes de venta, entregas y facturación electrónica (guías de despacho y facturas).

- **Datos estadísticos. A continuación, se informa los documentos/**

formularios que han sido creados utilizando SAP.

1. Compras: 971 solicitudes de compra / 642 resoluciones de compra.
2. Ventas: 5200 órdenes de ventas / 12500 entregas.
3. Finanzas: 3000 facturas de ventas / 1000 facturas de compra.

El proyecto, a nivel general, está implementado en más de un 90%, con módulos que ya se encuentran en pleno régimen de operación.

Oficina de Cooperación Técnica y Relaciones Internacionales

Responsable: María Loreto Torres Barrientos

Contacto: maria.torres@cchen.cl

Objetivo

Integrar a la Comisión y a las instituciones nacionales al ámbito de la cooperación técnica internacional en el área nuclear, para incorporar, actualizar y fortalecer sus capacidades científico-tecnológicas en beneficio de la sociedad. Asimismo, en su ámbito de desempeño, mantener vínculos con organismos externos, para que el país dé cumplimiento a su rol en la comunidad nuclear.

Hechos relevantes

- En 2018, 163 funcionarios participaron en actividades de capacitación en el extranjero: cursos, talleres, reuniones técnicas, conferencias, congresos, becas, visitas técnicas y científicas.
- Un total de 130 actividades fueron financiadas por el OIEA. De ellas, 68 se enmarcaron en proyectos nacionales (CHI), en iniciativas del Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnologías Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) y en proyectos interregionales (INT). El detalles es el siguiente:
 1. Ocho actividades correspondieron a cinco proyectos nacionales.
 1. 54 eventos realizados al alero de 17 proyectos regionales.
 1. Seis actividades se enmarcaron en dos proyectos interregionales.
- En 26 actividades se recibió financiamiento de fondos de terceros, provenientes de instituciones como el Departamento de Comercio de Estados Unidos, el Departamento de Energía de Estados Unidos (DOE), International Centre for Theoretical Physics – Multidisciplinary Laboratory (ICTP-MLAB), Ministerio de Energía y Minería de Argentina, Administración Nacional de Seguridad Nuclear de Estados Unidos,

Rosatom, Universidad Federico Santa María y Conferencia Pugwash, Universidad Nacional de Asunción, Advanced Systems Technology and Management (AdSTM), United Nations Regional Centre for Peace, Disarmament and Development in Latin America and the Caribbean (UNLIREC) y World Institute for Nuclear Security (WINS), entre otros.

- Solo siete actividades fueron cubiertas con presupuesto propio de la Comisión.
- El Oficial Nacional de Enlace (NLO) dio apoyo país a la nominación de 118 candidatos de entidades externas para su participación en diversas actividades de capacitación organizadas por el OIEA. Entre las instituciones, destaca al Servicio Agrícola y Ganadero (SAG), ISP, Clínica Las Condes, Universidad de Chile, Universidad de Tarapacá, Universidad Austral, Universidad de Concepción, Universidad de La Serena, Aduanas de Chile, Agencia Nacional de Inteligencia (ANI), Instituto Nacional del Cáncer, Ministerio de Salud, PDI, Dirección General de Aguas (DGA), Comisión Nacional de Energía (CNE), Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA), Ministerio de Energía, Instituto de Nutrición y Tecnología (INTA), Corporación Chilena de Protección Radiológica, Instituto Forestal (INFOR) y Universidad Tecnológica Metropolitana (UTEM).



Sede Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Viena, Austria.

Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (TPCE) – Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT)

Responsable: Paola García Peña
Contacto: paola.garcia@cchen.cl

Objetivo

Para dar cumplimiento al Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares (TPCEN), el gobierno de Chile encargó a la CCHEN encargarse de la operación y mantenimiento de las siete estaciones pertenecientes al Sistema Internacional de Vigilancia (SIV) y del Centro Nacional de Datos, ubicado en Santiago de Chile.

Cabe mencionar que se han mantenido funcionando correctamente todas las estaciones de nuestro país, las que cuentan con tecnología de infrasonido, hidroacústica, sísmica y radionúclidos.

Hechos relevantes

Comprehensive Nuclear Test Ban Treaty (CTBT)

Proyecto escolar con datos de las Estaciones Chilenas de Monitoreo:

- Cada año, la CCHEN colabora en las pasantías científicas escolares del PAR Explora RM Norte de Conicyt, para que los estudiantes postulen proyectos de investigación al Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología (CRECYT).
- En ese marco, la encargada de las Estaciones Chilenas de Monitoreo, Paola García, asesoró a las estudiantes del Liceo N° 1 Javiera Carrera, Ámori Espinoza y Valentina Gómez, en el desarrollo de un proyecto que involucra a las Estaciones Chilenas de Monitoreo. Lo anterior dio forma al proyecto Tsunami Map, que se presentó el 24 y 25 de octubre de 2018, a los premios InspiraTEC, del Ministerio de Economía y Girls

in Tech Chile, donde lograron un importante reconocimiento.

Visita técnica a la estación de monitoreo Rapa Nui:

- En julio, se realizó una visita de inspección a las estaciones de monitoreo (TPCE) en Rapa Nui. En la oportunidad, se sostuvo una reunión con la Gobernadora Tarita Alarcón Rapu, con quien se conversó del proceso de monitoreo que se realiza y de la importancia que tienen las estaciones en la detección de los ensayos nucleares y en materia de investigación. También se revisó el convenio de cooperación entre la CCHEN y la Gobernación de Rapa Nui.

Participación en Grupos de Trabajo de la Organización del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares:

- Cada año se realizan dos reuniones del Grupo de Trabajo B de la Organización del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares (TPCEN), cuerpo subsidiario dedicado a asuntos técnicos y científicos. Durante estas reuniones, realizadas en Viena (marzo y agosto de 2018), expertos técnicos y de las misiones permanentes de 183 estados firmantes discutieron sobre el progreso del establecimiento del régimen de verificación.
- Cabe destacar que durante la primera reunión de trabajo, funcionarios de la CCHEN se reunieron con la Embajadora de Chile en Viena, Gloria Navarrete, y su equipo de trabajo, para darles a conocer los distintos proyectos que se llevan a cabo.

Proyecto escolar con datos de las Estaciones Chilenas de Monitoreo:

- Cada año, la CCHEN colabora en las pasantías científicas escolares del PAR Explora RM Norte de Conicyt, para que los estudiantes postulen proyectos de investigación al Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología (CRECYT).
- En ese marco, la encargada de las Estaciones Chilenas de Monitoreo, Paola García, asesoró a las estudiantes del Liceo N° 1 Javiera Carrera, Ámori Espinoza y Valentina Gómez, en el desarrollo de un proyecto que involucra a las Estaciones Chilenas de Monitoreo. Lo anterior dio

forma al proyecto Tsunami Map, que se presentó el 24 y 25 de octubre de 2018, a los premios InspiraTEC, del Ministerio de Economía y Girls in Tech Chile, donde lograron un importante reconocimiento.

Visita técnica a la estación de monitoreo Rapa Nui:

- En julio, se realizó una visita de inspección a las estaciones de monitoreo (TPCE) en Rapa Nui. En la oportunidad, se sostuvo una reunión con la Gobernadora Tarita Alarcón Rapu, con quien se conversó del proceso de monitoreo que se realiza y de la importancia que tienen las estaciones en la detección de los ensayos nucleares y en materia de investigación. También se revisó el convenio de cooperación entre la CCHEN y la Gobernación de Rapa Nui.

Participación en Grupos de Trabajo de la Organización del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares:

- Cada año se realizan dos reuniones del Grupo de Trabajo B de la Organización del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares (TPCEN), cuerpo subsidiario dedicado a asuntos técnicos y científicos. Durante estas reuniones, realizadas en Viena (marzo y agosto de 2018), expertos técnicos y de las misiones permanentes de 183 estados firmantes discutieron sobre el progreso del establecimiento del régimen de verificación.
- Cabe destacar que durante la primera reunión de trabajo, funcionarios de la CCHEN se reunieron con la Embajadora de Chile en Viena, Gloria Navarrete, y su equipo de trabajo, para darles a conocer los distintos proyectos que se llevan a cabo.

Preparación de inspectores de ensayos nucleares:

- En el marco del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares, la inspección en terreno es la forma de dar cumplimiento a la verificación final del Tratado, mediante la cual se descarta o no un evento sospechoso.
- Durante una inspección en terreno (OSI, On-Site Inspection) participan 40 expertos, quienes buscan en el ambiente signos recientes de una explosión nuclear, utilizando hasta 17 técnicas distintas. Esta inspec-

ción puede ser requerida por un Estado Miembro y se hace efectiva una vez que el TPCE entra en vigor. No obstante, la organización del TPCE mantiene un registro de inspectores capacitados, técnicas de experimentación en campo y ejercicios de simulación.

Del 7 al 26 de octubre se realizó el curso avanzado del tercer ciclo de inspectores y el curso de inspección de observación visual a través de sobrevuelo en Denel Overberg Test Range en Arniston, Sudáfrica. Setenta candidatos de 44 Estados Miembros asistieron. Chile fue representado por la encargada de las Estaciones Chilenas de Monitoreo, Paola García. **Participación en 6° taller de Operación y Mantenimiento de estaciones de monitoreo TPCE:**

- La operación y mantenimiento de las estaciones de monitoreo es clave, por lo que constantemente se realizan talleres para determinar espacios de mejora y conocer adelantos e innovaciones.
- En noviembre, Chile ofreció una charla sobre los contratos PCA (Partnership and Cooperation Agreement, por sus siglas en inglés) a miembros del Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares, dada la cantidad de estaciones con que contamos en el país.

Nuevo Sistema Global de Comunicaciones:

- En 2018, finalizó en Chile la migración del sistema de infraestructura de comunicaciones globales GCI-II a GCI-III, iniciada a finales de 2017. La licitación para realizar este trabajo fue adjudicada a la empresa Hughes, encargada de migrar 260 estaciones alrededor del mundo.
- En Chile hubo cinco migraciones en diferentes sitios: Centro Nacional de Datos (Santiago), Rapa Nui, Juan Fernández, Punta Arenas y Limón Verde (Calama). En cada punto el equipo de CND-TPCE (Centro Nacional de Datos del Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares) colaboró en la gestión de los permisos y en los envíos de los equipos a las instalaciones.

Oficina Asesora de Eficiencia Energética

Responsable: Luis Manríquez López

Contacto: luis.manriquez@cchen.cl

Objetivo

Controlar y analizar todos los puntos de consumo energético actuales y futuros, con el fin de reducir dicho consumo sin disminuir la calidad del servicio prestado e incluso, donde sea posible, mejorarlo.

Hechos relevantes

Cambio de tarifa eléctrica:

Se hizo un levantamiento de las tarifas y potencia conectada por sede, cuyo resultado fue:

Sede	Tarifa	Potencia conectada (KW)
La Reina	AT 3	1500
Lo Aguirre	AT 4.3	2000
Amunátegui	BT 3	2.5

Tarifas eléctricas que regulaban a la CCHEN en 2018.

La Ley General de Servicios Eléctricos menciona en su art. 147 que, en caso de tener una potencia conectada superior a los 500 KW, se puede ejercer el derecho de pasar de una tarifa regulada a una libre, con un precio negociado entre la institución y la empresa eléctrica distribuidora. En ese contexto, se inició un proceso para acceder a esta nueva tarifa para las sedes de La Reina y Lo Aguirre.

Después de analizar las ofertas de tres asesoras, dos generadoras y una distribuidora, se cerró un contrato con Enel Distribución S.A, obteniéndose un precio por energía de 58 USD/MWh, que permitirá reducir en más de un 40% el precio de la energía que se obtenía con la tarifa regulada. Este contrato rige desde febrero de 2019.



División de Gestión y Desarrollo de Personas

Responsable: Oscar Barahona Padilla

Contacto: oscar.barahona@cchen.cl

Objetivo

Diseñar, elaborar y ejecutar las políticas y procedimientos de gestión de personas a través del desarrollo de condiciones laborales adecuadas, que promuevan una cultura colaborativa, la gestión del conocimiento y una mejor calidad de vida, según las políticas y normativas que la rigen, para garantizar la máxima contribución al cumplimiento de la misión institucional.

Hitos 2018

- Se tramitó el retiro voluntario, con incentivo al retiro, de 10 funcionarios (as).
- Se estableció un procedimiento estandarizado de diseño de puestos por competencia.
- Se desarrolló programa de reconocimiento e incentivos no monetarios, con participación de la asociación de funcionarios.
- Se realizaron 11 actividades del Plan de Calidad de Vida laboral, familiar y personal.
- Se realizaron capacitaciones en derecho laboral y derechos humanos, enmarcado en el mandato del Servicio Civil, explicitado en la norma de aplicación general de estándares en formación y capacitación de funcionarios públicos.
- Se estableció, en conjunto con las Divisiones, el listado de conocimientos críticos de la CCHEN, lo cual permitirá orientar de mejor manera la formación de los funcionarios. Se definió repositorio para gestión del conocimiento.
- Se ejecutaron 28 actividades con cargo al presupuesto de capacitación-

nes: 21 actividades programadas en el Programa Anual de Capacitación (PAC) 2018 (75%) y 7 actividades fuera del PAC (25%).

- Se capacitó a 143 funcionarios, un 46% de la dotación al 31 de diciembre de 2018, con un total de 829 horas de capacitación efectiva.
- Se publicó en el Diario Oficial el nuevo Reglamento Especial de Calificaciones del Personal de la CCHEN, cuya aplicación entrará en vigencia en marzo 2019.
- Se realizaron 32 pagos por concepto de sala cuna y 205 por jardín infantil.
- Se modificó el procedimiento de denuncia de maltrato, acoso laboral y sexual en conjunto con el Ministerio de Energía.
- Se aplicó la encuesta ISTAS 21.
- Se concursaron 17 puestos de jefatura de departamento en las distintas divisiones de la CCHEN.
- Se formalizó convenio entre la Mutual de Seguridad y la CCHEN, para Cultura de Seguridad y Programa Empresa Certificada.
- Algunas cifras en el ámbito de Personas:
- A diciembre de 2018, la dotación fue de 314 funcionarios, alcanzando el 96% de lo autorizado, correspondiente a 326 personas

Distribución de Funcionarios:

Se realizaron 41 contrataciones en 2018.

Respecto a la contratación por género, del total de personas que ingresaron a la CCHEN, 35% son mujeres y 65% son hombres.

Respecto al puesto de jefatura de departamento, 43% son mujeres y 57%, hombres.

La encuesta ISTAS 21 tuvo una participación del 74% de los funcionarios. Lo Aguirre presentó riesgo medio; Amunátegui, riesgo medio; La Reina, riesgo bajo.

Departamento Administración de Personal

Responsable: Víctor Aravena González

Contacto: victor.aravena@cchen.cl

Objetivo

Supervisar y controlar la gestión de los procesos administrativos, asociados a la vida funcionaria, para el cumplimiento de los objetivos y metas comprometidas por la Institución, en el marco legal.

Supervisar y controlar la gestión presupuestaria, asociada a remuneraciones y contratación de personas con criterios de probidad, transparencia, eficacia y eficiencia.

Hechos relevantes

El proceso de reclutamiento y selección permitió 41 nuevas contrataciones, alcanzando un 83% de incorporación por el portal de empleos públicos.

- Se realizó inducción al 100% de las nuevas contrataciones.
- Se generaron 1.370 resoluciones exentas por diversos actos administrativos.
- Se procesaron 530 licencias médicas, de 181 funcionarios.
- Se ejecutó el programa Prácticas Chile, por el cual se concretaron 28 prácticas.
- Se acompañó a 10 funcionarios en su proceso voluntario de retiro de la Institución.
- Se inicia ciclo de charlas por nuevo reglamento especial de calificaciones.
- 0% en margen de error en la gestión de pago de remuneraciones.

Departamento de Desarrollo Organizacional

Responsable: Bélgica Villalobos Pino
Contacto: belgica.villalobos@cchen.cl

Objetivo

Contribuir al logro de las metas institucionales a partir del desarrollo de competencias efectivas de los funcionarios CCHEN, la detección y gestión del talento, el desarrollo de carrera y una adecuada gestión del conocimiento a fin de lograr altos estándares de desempeño técnico y mejora organizacional.

Hechos relevantes

- En términos de formación, entrenamiento y actualización de conocimientos, se destinaron 829 horas a capacitación, con la participación de 143 funcionarios.
- Se realizaron cuatro capacitaciones con evaluación de aplicabilidad al puesto de trabajo.
- Se realizó una identificación y mapeo del conocimiento crítico institucional.
- Se elaboró un catálogo digital con documentación técnica clasificada por materia, autor y ubicación en las bibliotecas de la CCHEN.
- Se lanzó un repositorio de conocimientos en plataforma G-Suite.
- Se participó en la Comunidad de Práctica de Gestión del Conocimiento, para lo cual se contó con alumnos de pre y post grado en nuestras instalaciones.
- Se formalizó un convenio entre la Mutual de Seguridad y la CCHEN para aspectos de Cultura de Seguridad y Programa Empresa Certificada.
- Se fortaleció y capacitó a los grupos del Sistema Higiene, Seguridad y Mejoramiento de Ambientes de Trabajo (SHSYMAT) y Comités Paritarios

de Higiene y Seguridad (CPHS).

- Se organizó entrenamiento en Seguridad para Altos Directivos.
- Se desarrolló una actividad de transferencia de conocimiento a funcionarios respecto de riesgos radiológicos en instalaciones de primera categoría CCHEN.

Departamento de Bienestar y Calidad de Vida

Responsable: Ana Ramírez Mura
Rayen Carrasco Hermosilla (desde el 05 de noviembre de 2018)
Contacto: ana.ramirez@cchen.cl
rayen.carrasco@cchen.cl

Objetivo

Contribuir a la calidad de vida laboral de los/las funcionarios/as, proporcionándoles asistencia social, económica y otros beneficios que se determinen, con una atención integral.

Hechos relevantes

- Se generaron 11 actividades del plan de Calidad de Vida Laboral, Familiar y Personal, incluyendo la conmemoración del Día Internacional de la Mujer, campaña de vacunación anti influenza, acompañamiento al retiro, aniversario institucional, operativo de asistencia judicial, despedida de funcionarios acogidos a retiro, Día de la Secretaria y fiesta familiar de fin de año.
- Se entregaron seis becas de enseñanza superior.
- Se pagaron 141 beneficios sociales.
- Se gestionaron 5.635 prestaciones médicas de afiliados activos, 2.262 prestaciones médicas de afiliados pasivos y 3.519 prestaciones médicas de cargas legales.
- Se gestionaron 17.027 prestaciones médicas a través del seguro complementario de salud.

Oficina Asesora de Prevención de Riesgos

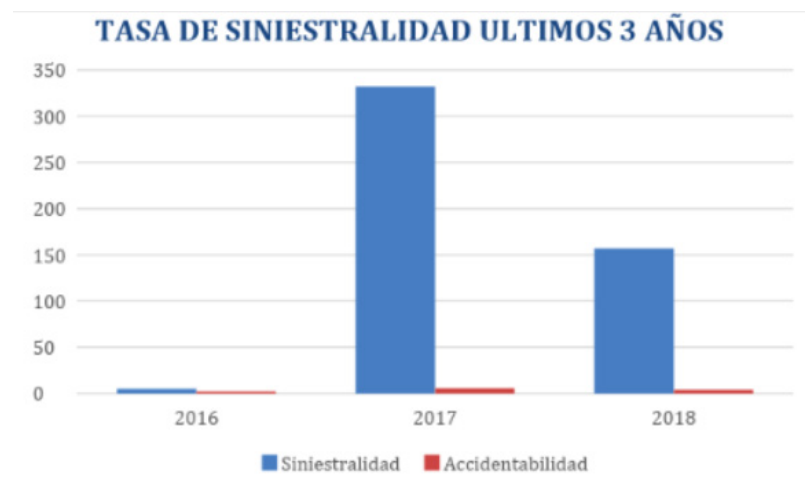
Responsable: Marcela Sánchez Saavedra
Contacto: marcela.sanchez@cchen.cl

Objetivo

Esta Oficina se encarga de eliminar o controlar los factores de riesgo, con el objetivo de disminuir la probabilidad de ocurrencia de accidentes de trabajo y enfermedades profesionales, que pudiesen afectar a los funcionarios durante del ejercicio de sus actividades. En consecuencia, su función también apunta a evitar los posibles daños a los bienes e instalaciones de la CCHEN, todo ello mediante un Programa de Seguridad e Higiene Industrial

Hechos relevantes

Baja en la tasa de siniestralidad respecto al 2017, según datos de la Mutual de Seguridad.



Tasa de siniestralidad de 2016, 2017 y 2018.

- Se realizan 10 cursos con un total de 136 funcionarios capacitados, además de inducciones a funcionarios nuevos, memoristas, alumnos en práctica, trabajadores de empresas contratistas que suman 100 participantes.
- Se realizan 4 auditorías durante el año 2018.
- Se realizaron 36 reuniones de Comité Paritario, donde se atendieron las solicitudes de los Comités Paritarios de Higiene y Seguridad (CPHS), destacando:
 1. Se recogieron las propuestas de los CPHS para la elaboración del SHYSMAT.
 2. Se recogieron las propuestas de los CPHS de cursos.
 3. Se gestionó la solución de indicaciones hechas por los CPHS.
 4. Se coordinó un curso con Mutual para los CPHS.
- **Se realizan 8 evaluaciones al puesto de trabajo:**

Lugar evaluado	Evaluación	Organismo ejecutor
Servicio de Bienestar / Sede Aunátegui	Condiciones ergonómicas de puesto de trabajo administrativo	Mutual de Seguridad
Planta Piloto, PEC y Sala de Ventilación Reactor (Rech-2) / CEN Lo Aguirre.	Daños causados por aguas lluvias	Marcela Sánchez
Taller Mecánico / CEN Lo Aguirre	Evaluación estado de seguridad	José Iglesias
Laboratorio destinado a personal CIMM – CEN La Reina	Puesto de trabajo	José Iglesias

Planta de Irradiación Multipropósito – CEN Lo Aguirre	Puesto de trabajo en la Planta	Marcela Sánchez
CEN Lo Aguirre	Red contra incendio	Marcela Sánchez
Informática, Dirección Ejecutiva – CEN La Reina	Salidas de Emergencias	Marcela Sánchez
Lavandería – CEN La Reina	Proceso de lavado	Marcela Sánchez

Oficina Asesora de Comunicaciones Internas

Responsable: Carolina Medina Poblete

Contacto: carolina.medina@cchen.cl

Objetivo

Promover una cultura colaborativa, informada y empoderada del quehacer institucional, mediante un sistema de comunicación interna transversal a la organización.

Hechos relevantes

- Se ejecutó plan comunicacional interno para la comunidad de la CCHEN, generándose comunicados internos respecto a las instancias de participación activa y pasiva, además de videos.
- Difusión:
- Se enviaron en total 837 mailings en 2018.
- Comunicados (noticias, documentos, instructivos, invitaciones, fotografías, videos, etc.).
- Boletines (sobre actividades desarrolladas por las divisiones y oficinas asesoras).
- Se elaboraron y difundieron cinco videos corporativos.
- Se difundieron temas tales como: Empleos Públicos (reporte Servicio Civil), convocatorias del OIEA, hitos institucionales, encuestas, apoyo a la gestión del cambio tecnológico institucional, entre otros.
- Se apoyaron campañas, tales como:
 1. Ciclo de charlas institucionales.
 2. Sistema de Prevención del Delito.
 3. Gestión del Conocimiento y Cultura de Seguridad.
 4. Código de Ética.
 5. Comité ISTAS 21.
 6. Reciclaje de toners.

7. Plan de reconocimiento e incentivos no monetarios (cumpleaños, despedida al retiro de funcionarios/as, entre otros).
 8. Eventos institucionales (Aniversario, Fiestas Patrias, Fiesta Familiar de Navidad).
 9. Iniciativas estatales / Ministeriales.
 10. Convenios que ofrece el Departamento de Bienestar y Calidad de Vida.
 11. Comité Bipartito de Capacitación (CBC), Comité Paritario (CPHS), Grupo de Apoyo de Primeros Auxilios (GAPA) y Comité Deporte y Recreación (CDR).
- Se rediseñó la Intranet institucional. Será lanzada en 2019.
 - Se fortaleció el programa de reconocimiento institucional

Enfoque de Género

Responsable: Bárbara Nagel Araya

Rayen Carrasco Hermosilla (desde el 06 de marzo de 2019)

Contacto: barbara.nagel@cchen.cl / rayen.carrasco@cchen.cl

Hitos 2018

- Se designó a la encargada de la Implementación del Plan de Acción sobre Igualdad de Oportunidades y Prevención y Sanción del Maltrato y Acoso Laboral y Sexual.
- Se participó en la Mesa de Trabajo público-privada, impulsada por el Ministerio de Energía.
- Se participó en la Mesa Ministerial de Género de las Divisiones del Ministerio de Energía y los servicios relacionados (CCHEN, CNE, SEC).
- Se trabajó en forma coordinada con el Ministerio de Energía, en el marco de la actualización del Procedimiento de Denuncia y Sanción de Maltrato y Acoso Laboral y Sexual.
- Funcionaria se incorporó al equipo de trabajo ministerial para la implementación de una campaña de prevención del maltrato y acoso.
- Se aplicó encuesta sobre corresponsabilidad parental y posibilidades de desarrollo profesional dentro de CCHEN.
- Se levantaron métricas internas sobre género.
- Se implementó un mural en temáticas de género.

Oficina Asesora de Auditoría y Control Interno

Responsable: Luis Hernán Narváez Pedrero

Contacto : luis.narvaez@cchen.cl

Objetivo

Entregar un servicio de aseguramiento y consulta; directo, oportuno y de calidad al Jefe de Servicio y equipo directivo, que permita ayudar a la institución a cumplir sus objetivos, contribuyendo en materia de eficiencia, eficacia y economía, entregando un enfoque sistémico y disciplinado para evaluar y mejorar la eficacia de los procesos de gestión de riesgos, control y gobierno.

Hitos 2018

- **Fortalecimiento de la actividad de Auditoría,** Tercera Línea de Defensa: Continuando con los procesos de fortalecimiento desarrollados en años anteriores, en 2018, la Oficina de Auditoría y Control Interno coordinó acciones de promoción sobre el conocimiento del modelo de las Tres Líneas de Defensa, elaborado por el Institute of Internal Audit Global (2013), donde se describen las responsabilidades sobre la efectiva gestión de riesgos y control de la siguiente manera:

La Dirección es principalmente responsable de los procesos de seguimiento y control, y es la primera línea de defensa en la gestión de riesgos.

12. La segunda línea de defensa realiza funciones de supervisión de riesgo, control y cumplimiento que aseguren que haya procesos y controles correctamente diseñados dentro de la primera línea de defensa y que operen eficazmente. La naturaleza y tipos de funciones dependen de muchos factores, incluso de la industria misma y de la madurez de la organización.
13. En tanto, roles como los de auditoría interna, que proporcionan aseguramiento independiente sobre los procesos y controles, se consideran

como la tercera línea de defensa.

En el marco de lo referido con anterioridad:

1. En abril, funcionarios de esta Oficina, realizaron la charla “Conociendo las Actividades y Desafíos de Auditoría Interna de la CCHEN”, para todos los funcionarios(a) de la CCHEN, con el fin de mostrar su labor, objetivos y alcances.

- **Avances en la gestión 2018:**

Continuando con los procesos de fortalecimiento desarrollados en años anteriores, durante el año 2018, la Oficina de Auditoría y Control Interno, coordinó acciones de promoción acerca de la implementación del Marco Internacional para la Práctica Profesional de Auditoría Interna (MIPP), específicamente en los temas relacionados con:

- Entre marzo y abril, funcionarios de la Oficina asistieron a capacitaciones de los módulos 1 y 2 del curso de preparación para la Certificación de Auditores Internos del Institute of Internal Audit Global, en el Instituto de Auditores Internos de Chile.
- A través de la Oficina de Comunicaciones Internas, se difundió información sobre control interno, probidad funcionaria y auditoría interna a los funcionarios de la Comisión.
- Mediante el uso de planillas Excel, se implementó una Plataforma de Seguimiento a las acciones comprometidas por las unidades auditadas, para agilizar la retroalimentación y obtener los medios de verificación que den cuenta de la ejecución de las tareas.
- En el marco de la actualización y validación de competencias, en octubre, los funcionarios de Auditoría Interna rindieron y aprobaron la Acreditación de Compras Públicas 2018, válida para un período de 3 años.
- Se actualizaron los procedimientos de calidad de la Unidad, incorporando las orientaciones que señalan las Normas Internacionales de Auditoría Interna y las que entrega el Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno.
- En el marco de los trabajos de aseguramiento al Sistema de Control Interno, Proceso de Gestión de Riesgos, Procesos de Negocios y Compras Públicas, entre otros, se recomendaron acciones que han

sido acogidas por las unidades, y que han impactado en mejoras sustanciales en los procesos, tales como:

1. Adquisiciones (actualización al Procedimiento).
2. Gestión de Riesgos (Elaboración del Procedimiento).
3. Proceso de Gestión de Proyectos I + D (Elaboración de Procedimiento).
4. Actualizaciones Sistema de Control Interno, Código de Ética, Actualizaciones de Procedimientos de Comunicaciones Interna, Reclutamiento y Selección, Gestión del Desempeño, entre otras.

• **Cumplimiento de acciones planificadas 2018**

En el marco de las acciones regulares asociadas al trabajo de la Oficina Asesora de Auditoría y Control Interno durante el período 2018, puede indicarse lo siguiente:

Cumplimiento de Instructivos Presidenciales:

1. Informes trimestrales (4), en materias asociadas al cumplimiento de la Circular N° 16/2015 del Ministerio de Hacienda, en el marco de las instrucciones impartidas en los Instructivos Presidenciales N° 522 (18/04/2016) y N° 002 (04/04/2018), sobre Austeridad y Eficiencia en el uso de los Recursos Públicos.
2. Informes trimestrales (4), en materias de Aseguramiento Financiero Contables asociadas al cumplimiento del ORD. N° 20 (01/06/2018) del Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno, en el marco de las instrucciones impartidas en el Instructivo Presidencial N° 004 (23/05/2018), que estableció los Objetivos Gubernamentales de Auditoría para el período 2018-2022.

Cumplimiento de Objetivos Gubernamentales de Auditoría Interna:

1. Objetivo Gubernamental de Auditoría N° 1: actividades asociadas a la Probidad Administrativa. Auditoría de Aseguramiento al Proceso de Compras Públicas, establecido para su reporte a noviembre de 2018.
2. Objetivo Gubernamental de Auditoría N° 2: evaluación de los Sistemas de Control Interno, ponderando las observaciones y recomendaciones de la Contraloría General de la República. Auditoría de Aseguramiento del Sistema de Control Interno de Organizaciones Gubernamentales,

establecido para su reporte a octubre de 2018.

3. Objetivo Gubernamental de Auditoría N° 3: acciones de mantención y mejoramiento de las actividades asociadas al Proceso de Gestión de Riesgos. Auditoría de Aseguramiento al Proceso de Gestión de Riesgos Institucional, cuyo reporte se materializó durante octubre de 2018.
4. Objetivo Gubernamental de Auditoría N° 4: ejecución permanente de acciones de aseguramiento sobre operaciones financiero - contables. Auditoría de Aseguramiento sobre Operaciones Financiero - Contables, establecido para su reporte a noviembre de 2018.

Cumplimiento de Objetivos Ministeriales de Auditoría Interna:

1. Mediante ORD. N° 1546 (08/11/2017), el Ministro de Energía estableció como Objetivo Ministerial de Auditoría Interna, que debía desarrollarse en 2018 el “Aseguramiento al Proceso de Contratación de Servicios de Consultorías, Asesoría y/o Estudios”, cuyo reporte se efectuó en diciembre de 2018.

Cumplimiento de Objetivos Institucionales de Auditoría Interna:

- El Plan Anual de Auditoría Interna 2018, actualizado en octubre, estableció la ejecución de la “Auditoría a los Fondos Globales”, cuya ejecución se concretó en diciembre.
- Lo anterior, junto a la ejecución de las actividades de Aseguramiento correspondiente a los Objetivos Gubernamentales y Ministeriales de Auditoría, permitió el cumplimiento del 100% de las acciones programadas.
- Cumplimiento de Actividades de Seguimiento y Rutinarias asignadas al rol de auditoría interna:
- Seguimiento de compromisos pendientes de auditoría al proceso de compras de 2017 (DT N° 69/2016).
- Seguimiento de compromisos pendientes de auditoría al control Interno institucional de 2017 (DT N° 72/2016).
- Se actualizó el Plan Estratégico Unidad de Auditoría (DT N° 83/2015), informe de implementación del plan presentado.
- Se verificó el cumplimiento de los Convenios de Desempeño Colectivo Institucional, previo a su verificación por parte de Auditoría Ministerial.

- Se revisó, analizó y consolidó la información necesaria para que el Jefe Superior del Servicio, suscriba la Certificación en Origen que cada año debe presentar ante el (la) Ministro (a) de Energía.
- Se realizó el seguimiento y reporte de los compromisos asumidos en el marco de la implementación de los Programas de Mejoramiento de la Gestión (PMG) Institucional, requerido por el Ministerio de Hacienda.
- Se realizó el seguimiento y reporte de la implementación de los Planes de acción comprometidos por las unidades auditadas, para subsanar las observaciones formuladas en los Informes de Auditoría.
- Se realizó reporte al Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno, sobre avance en la ejecución del Plan Anual de Auditoría.
- Se preparó informe interno de gestión sobre el avance en metas de la Oficina Auditoría y Control Interno.
- Se preparó informe semanal al Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno, sobre Quiebres de Control Institucional e Informes de Contraloría General de la República.
- Se asistió a reuniones institucionales (Comité de Riesgos, Comité Seguridad Informática, Comité Activo Fijo NIC SP, entre otros) y reuniones externas (Auditora Ministerial, CAIGG, etc.).

Oficina Asesora de Planificación y Control de Gestión

Responsable: Eduardo Rojas Verdugo

Carlos Cárdenas Carrillo (desde el 08 de marzo de 2019)

Contacto: eduardo.rojas@cchen.cl / carlos.cardenas@cchen.cl

Objetivo

Administrar el proceso de planificación y control de la gestión institucional, identificando los distintos factores que afecten su ámbito de desempeño, así como las desviaciones que permitan a la autoridad institucional adoptar las medidas preventivas y correctivas para el mejoramiento de las actividades y proyectos.

Hitos 2018

- **Programa de Mejoramiento de la Gestión (PMG) 2018:**

Durante el año 2018, el Programa de Mejoramiento de la Gestión institucional solamente incluyó el Sistema de Monitoreo del Desempeño Institucional, que consta de cuatro objetivos de gestión a partir de los cuales la CCHEN compromete tres:

- **Objetivo 1:**

Evaluar e informar sin errores el resultado de los indicadores de desempeño asociados a productos estratégicos (bienes o servicios), cumpliendo las metas entre 75% y 100%.

A través del sitio web de la Dirección de Presupuestos (DIPRES), se evaluaron e informaron los resultados obtenidos para los siete indicadores de desempeño (Formulario H) comprometidos para el período, superando cada uno de ellos en un 90%, por lo que se asignó la totalidad de la ponderación del objetivo con un cumplimiento ponderado informado de 60%.

- **Objetivo 2:**

Medir e informar correctamente a las respectivas redes de expertos y a

DIPRES, los datos efectivos de los indicadores transversales definidos en el Programa Marco.

Se realizó la medición final de los indicadores de desempeño transversales al 31 de diciembre de 2018, con lo que el cumplimiento ponderado informado fue de un 30%, correspondiente a la totalidad de la ponderación del objetivo.

- **Objetivo 3:**

Publicar la formulación de 2018 de los compromisos de gestión, asociados a todos los mecanismos de incentivos de remuneraciones, definidos por ley para el Servicio, y los resultados obtenidos en 2017.

En el banner “Compromisos de Gestión Institucional” de www.cchen.cl y en Gobierno Transparente, se dispuso la información correspondiente a los indicadores que conforman los mecanismos de incentivos de remuneraciones a nivel institucional, tanto la formulación 2018 como los resultados del año 2017, logrando un cumplimiento ponderado informado de 10%.

- **Convenio de Desempeño Colectivo (CDC) 2018**

Respecto del Convenio de Desempeño Colectivo suscrito con el Ministerio de Energía, la CCHEN comprometió 24 indicadores asociados a seis grupos de trabajo. Cada uno de los seis equipos de trabajo obtuvo un cumplimiento igual o superior al 90%, por lo que los funcionarios participantes tendrán derecho a percibir, en 2019, el total del Incremento por Desempeño Colectivo (8%).

- **Gestión Presupuestaria**

La Ley de Presupuestos 2018 autorizó un presupuesto total de \$11.838,4 millones, el que se incrementó, una vez autorizadas las diversas modificaciones presupuestarias, a \$14.227,3 millones.

La ejecución del presupuesto de gastos alcanzó los \$13.207,4 millones, lo que representa un 92,8% del presupuesto en trámite; mientras que la ejecución del presupuesto de ingresos alcanzó a \$13.780,4 millones, lo que representa un 97,6% del presupuesto aprobado.

- **Ley de Presupuesto 2019**

La Ley de Presupuestos 2019 se aprobó con un presupuesto total de \$11.797.484.000, dentro del cual se contempla el financiamiento para la iniciativa de inversión del Almacén de Desechos Radiactivos por un presupuesto total de \$794.439.000. Se financiaron además \$203.940.000 en adquisición de activos no financieros.

- **Gestión Corporativa de Proyectos**

En este ámbito, se han mantenido los esfuerzos en mejorar la madurez en gestión de proyectos, tomando como referencia lo desarrollado por la organización internacional PMI (Project Management Institute), mediante acciones en tres ámbitos:

1. Procedimientos y metodologías.
2. Desarrollo de habilidades en gestión de proyectos.
3. Implementación de herramientas para la gestión de proyecto.

En relación a lo anterior, en 2018 se realizaron las siguientes tres tareas:

- Diseño e implementación de procedimientos de Gestión Corporativa de Proyectos.
- Implementación de portafolio de proyectos en Plataforma de Proyectos.
- Implementación de panel de control de monitoreo de Portafolio de Proyectos.

En materia de proyectos, destacan los siguientes hechos relevantes:

- Inicio del proyecto de ampliación de capacidad del Ciclotrón, cuyo objetivo es aumentar la producción de radiofármaco flúor 18-FDG, proyectando duplicar la capacidad productiva actual de 2,6 Ci a 5,2 Ci, permitiendo incrementar el ingreso por ventas de \$725.000.000 a \$1.450.000.000 anuales.
- Inicio del proyecto de implementación de plataforma de control de ventas de litio, desarrollado junto a CORFO. Considera el desarrollo de una plataforma para el control de la venta de litio y procedimiento para su venta y control ajustado, permitiendo a la CChEN realizar autorizaciones y controles; y a CORFO, verificar la trazabilidad y obligaciones correspondientes.

- Resultados del proyecto de Mejoramiento de la Plataforma Tecnológica Nuclear, cuyo informe final da cuenta de la evaluación de la plataforma tecnológica nuclear estratégica, definiendo escenarios, identificando alternativas y priorizando dichos escenarios para apoyar la toma de decisión respecto al futuro objeto de inversión en la plataforma nuclear nacional actual.
- Puesta en marcha productiva de SAP Business One, software de gestión de clase mundial, que se presenta como una solución de ERP para automatizar funciones comerciales clave en finanzas, operaciones y recursos humanos.
- Finalización de los proyectos de rediseño y optimización de procesos de las Divisiones de Seguridad Nuclear y Radiológica, y de Producción y Servicios; manteniendo el ciclo de mejora continua de los procesos fundamentales tanto en el ámbito regulatorio como productivo.
- Inicio del proyecto “Plasma Physics and Pulsed Power for Energy and Life. Effects and Applications in Living Matter and Materials”, del Programa Anillo de investigación en ciencia y tecnología de Conicyt, que busca fomentar el desarrollo científico y tecnológico del país, mediante el financiamiento de proyectos de investigación sustentados en un trabajo colaborativo, amplio y multidisciplinario.
- Adjudicación de dos nuevos proyectos “Radio hormesis para el crecimiento de eucalyptus nitens y peumus boldus” y “Anomalías geoquímicas de la Región de O’ Higgins y asociación con mortalidad por enfermedades crónicas no transmisibles”, ambos del “Programa Atracción e inserción de capital humano avanzado en el sector productivo” de Conicyt, que permitirá incorporar dos nuevos investigadores a la Institución.

Oficina Asesora de Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia

Responsable: Bárbara Nagel Araya

Contacto: barbara.nagel@cchen.cl

Objetivos

Fue creada con el objetivo de generar y proveer información permanente en materias relacionadas a la generación nucleoelectrónica, que permita la toma de decisiones estratégicas en materia de nucleoelectricidad y otras áreas relacionadas a la energía.

Mediante el desarrollo de estudios, busca proveer al país de los elementos y criterios necesarios que permitan generar una discusión crítica informada acerca de la energía nuclear de potencia, considerando criterios de carácter técnico, económico, de sustentabilidad ambiental y social, abordando asimismo las externalidades que incidan en el desarrollo local.

Hitos principales

• Acciones de difusión:

1. Inicio del proyecto “Cortometraje Audiovisual sobre Fenómenos Astronómicos, Energía, Energía Nuclear y sus Aplicaciones en Chile y el Mundo”, mediante convenio de colaboración entre la Fundación Planetario de la Universidad de Santiago de Chile (USACH) y la CCHEN. Este trabajo implicó el desarrollo de una propuesta inicial del convenio, proyecto, guion y establecimiento de equipo de trabajo contraparte de la Comisión. El cortometraje finalizará en 2019 y será proyectado durante 3 años a un universo estimado de 170.000 personas anuales.
2. Charla para la presentación de resultados del estudio “Condiciones

Necesarias para la Implementación Segura de un Programa de Energía Nuclear de Potencia en Chile”, llevado a cabo por la consultora IDOM, en enero, en dependencias de la CCHEN, orientada a los funcionarios.

3. Charla “Identificación y Evaluación de Posibles Efectos e Impactos Ambientales Producidos por la Generación de Energía Nuclear de Potencia”, realizada por la consultora IDOM, en septiembre, en las dependencias de la CCHEN, orientada a los funcionarios.
4. Charla “Identificación de Barreras Institucionales, Regulatorias y de Mercado Asociados al Desarrollo de la Núcleo-Electricidad en el Mercado Eléctrico Chileno”, realizada por profesional de la ODENP, en noviembre, para los funcionarios de la CCHEN.

Estudios desarrollados:

- Estudio “Requerimientos para el emplazamiento de centrales nucleares”: su objetivo es exponer las principales consideraciones a tener en cuenta para la selección de lugares de emplazamiento para centrales nucleares de potencia en Chile. El estudio propone una metodología para su selección, y realiza una primera exclusión de zonas. Para ello, se realiza un análisis a nivel regional donde se aplican criterios de exclusión de zonas utilizando antecedentes relacionados a seguridad, normativa vigente, guías técnicas y experiencias internacionales. También se revisaron estrategias de desarrollo nacional, instrumentos de planificación territorial y planes de desarrollo energético regionales vigentes del país. Además, se consultó la visión de expertos del Centro Sismológico Nacional de la Universidad de Chile para el análisis. En el estudio no se identifican sitios específicos para la ubicación de centrales, ya que su selección requerirá estudios de detalle en zonas limitadas. En tanto, sí se consideran requerimientos de emplazamiento para reactores nucleares tradicionales, es decir, exigencias conservadoras que no consideran la evolución en materia de reactores de nueva tecnología, cuyos requisitos de emplazamiento pudiesen ser menos restrictivos.
- Estudio “Impactos ambientales de una central nuclear de potencia”: Su objetivo apunta a identificar y evaluar los principales efectos e

impactos ambientales de la generación de energía nuclear de potencia, para cada una de las etapas del ciclo del combustible y cómo estos se comparan con los de otras tecnologías de generación. Para ello, se identificaron, definieron y caracterizaron las emisiones y descargas para cada una de las etapas del ciclo del combustible nuclear, respecto de tres tipos de tecnologías: reactores de agua pesada, reactores de agua liviana y SMRs (Small Modular Reactor). Posteriormente, se evalúan los posibles efectos e impactos sobre las personas y el medio ambiente debido a las emisiones y descargas identificadas y se realiza una comparación con otros tipos de tecnologías para la generación eléctrica. Asimismo, se identificaron las medidas técnicas, administrativas y legales que han sido implementadas o exigidas a la industria nuclear, para prevenir o mitigar los posibles efectos e impactos sobre las personas y el medio ambiente.

- Estudio “Condiciones de viabilidad económica para una central nuclear operando en el mercado nacional”: El objetivo fue determinar la viabilidad económica de una central nuclear operando en el mercado eléctrico nacional, considerando las características actuales y los diferentes escenarios proyectados y bajo los lineamientos que provee la política energética. Para este ejercicio se utilizaron los supuestos aplicados en la última Planificación Energética de Largo Plazo (PELP), además de parámetros contenidos en el informe de Costos que realizó la propia consultora Idom Nuclear Services en 2017, donde estableció -desde su experiencia- cuáles serían los costos de inversión y operación, entre otros, que podrían reflejarse al instalar una central nuclear de potencia en Chile. Para la modelación, se consideraron los cinco escenarios de la PELP y, de forma paralela, se definieron algunos escenarios adicionales adecuados para el desarrollo de la tecnología nuclear. Con estos escenarios se realizaron las simulaciones, con los mismos parámetros transversales que la PELP (tasa de descuento, costo de emisiones de CO₂, crecimiento económico, entre otros). Esto se desarrolló como trabajo colaborativo entre la CChEN y la División de Prospectiva y Políticas Energéticas del Ministerio de Energía.
- Estudio “Identificación de barreras institucionales, regulatorias y de

mercado asociadas al desarrollo de la nucleoelectricidad en el mercado eléctrico chileno”: El objetivo de este estudio es identificar las principales barreras institucionales, regulatorias y de mercado eléctrico que deben ser consideradas para establecer un programa nuclear de potencia en Chile. Se analizaron estas tres temáticas, abordando el mercado eléctrico y la forma cómo este interactúa con los distintos agentes, instituciones y actores del mercado; la institucionalidad en materia nuclear; y los programas de certificación y licenciamiento de las centrales nucleares de potencia. De esta forma se identifican aspectos específicos de estas barreras, junto con los pasos necesarios para sortearlas, en un escenario de energía nuclear de potencia.

Oficina Asesora de Comunicación Corporativa

Responsable: Rosamel Muñoz Quintana
Contacto: rosamel.munoz@cchen.cl

Objetivos

La Oficina Asesora de Comunicación Corporativa apoya el relacionamiento entre la Institución y el público, tanto en la concreción de actividades comunicativas de iniciativa propia o en conjunto con otros, como de aquellas realizadas en cumplimiento de las disposiciones legales.

En esa línea, el área se encarga de establecer mecanismos de trabajo con comunidades educativas y sectores de la sociedad civil, para extender el alcance de la Comisión y generar un mayor conocimiento de la labor científica y tecnológica que desarrolla. En todos los casos, las actividades de divulgación sobre los usos pacíficos de la energía nuclear, de las radiaciones ionizantes y, en general, del quehacer de la CCHEN, se efectúan al amparo de la Ley 16.319.

La promoción de la participación ciudadana en la Institución forma parte de las funciones de esta Oficina, en respuesta a los mecanismos establecidos en la Ley 20.500 y en el Instructivo Presidencial N° 7 (2014), como asimismo a través de iniciativas propias.

Por otra parte, la información pública que la CCHEN posee se habilita y dispone para la comunidad en general, como parte del procedimiento de respuesta a las solicitudes de acceso a la información pública (SAIP), dispuesto en la Ley 20.285 y en las instrucciones generales que dicta el Consejo para la Transparencia. Asimismo, atendiendo a la Ley 19.880 (2003), la CCHEN es parte del Sistema Integral de Atención Ciudadana (SIAC), compuesto por cinco espacios de atención.

Hitos principales

El resumen de actividades desarrolladas por esta Oficina en 2018 se detalla a continuación:

- **Acciones de divulgación científica y escolar:**

Reconociendo la importancia de disponer de actividades de divulgación científica dirigidas a docentes, escolares de todos los niveles, y público en general, mediante un lenguaje claro y formatos atractivos, la Comisión impulsó el desarrollo de las siguientes actividades:

- En el marco del programa Explora de Conicyt, se realizaron acciones tendientes a transformar nuestro capital humano e infraestructura en un espacio de aprendizaje para las comunidades escolares:
 1. Proyectos de investigación al alero de Explora RM Norte: 8 pasantías escolares para proyectos de investigación, donde participaron 27 estudiantes de 5° básico a 3° medio, y 8 docentes de 8 colegios ubicados en Santiago Centro, Quilicura, Las Condes, Renca y Lampa.
 2. 17 temas para los debates escolares organizados por los Proyectos Asociativos Regionales (PAR) RM Norte y Sur Oriente, que abarcan un total de 30 comunas de la Región Metropolitana (RM).
 3. Participación en eventos de divulgación científica: “CienciaFest” de Explora RM Sur Poniente (Museo Aeronáutico y del Espacio) y “Ciencia al Parque” de Explora RM Norte (Parque O’Higgins), realizadas el 5 y 6 de octubre, respectivamente. El objetivo fue poner a disposición del público escolar y docente stands informativos e interactivos y un espacio de consulta.

Charlas y participación en ferias:

1. Participación con stand en evento “Cruzando la frontera, de la investigación a la divulgación”, organizado por el Centro de Comunicación de las Ciencias de la Universidad Autónoma (30 de mayo). El stand CCHEN fue visitado por 180 personas.
2. Coordinación y apoyo en charla a cargo del Departamento de Protección Radiológica, dictada en el Instituto Profesional Los Leones de Santiago (14 de junio). Contó con la asistencia de 50 estudiantes y docentes.

3. Charla en colegio Palestino de La Cisterna, dirigida a 60 estudiantes de 6° a 8° básico (21 de junio).
4. Charla en colegio Polivalente Santa María de Quilicura, dirigida a 40 estudiantes de 3° y 4° medio (08 de agosto).
5. Dos charlas en el Centro de Educación de Adultos de Puente Alto, dirigida a 134 personas entre estudiantes de 4° medio, docentes, directivos y asistentes de educación (04 y 11 de septiembre).
6. Charla en colegio Boston College de Macul, dirigida a 50 estudiantes de 7° y 8° básico (04 de octubre).
7. Charla en colegio Froilan Roa Yáñez de La Barra en La Cisterna, dirigida a 60 estudiantes de 6° a 8° básico (11 de octubre).
8. Charla en liceo Tajamar de Providencia, dirigida a 30 estudiantes de 2° y 3° medio (24 de octubre).



Participación CChEN en la feria escolar de explora Conicyt.

• Medios de comunicación social:

La CChEN ha mantenido una política de puertas abiertas con los medios de comunicación. En este sentido, atendió solicitudes de información de periodistas y editores. Además, la Comisión envía comunicados de prensa a los medios sobre hitos importantes de su gestión.

Así, las principales entrevistas y notas informativas fueron:

- Misión Servicio Integrado de Examen de la Situación Reglamentaria (IRRS, por sus siglas en inglés), realizada del 29 de enero al 02 de febrero. Se envió una convocatoria de prensa a los medios, invitándolos a una conferencia de prensa que se realizó el viernes 2 de febrero, para informar los principales resultados de la revisión del estado de la infraestructura y marco regulatorio del uso de fuentes radiactivas en Chile. En la misma oportunidad, el Director Ejecutivo de la CChEN respondió consultas sobre nuevo acuerdo de extracción de litio de Corfo-SQM. Una de las entrevistas fue transmitida por Mega, el 07 de febrero.
- También se atendió e informó a los medios sobre el proceso de modernización de la CChEN:
 1. “La CChEN se moderniza”, Revista Electricidad (05 de marzo).
 2. “La CChEN se moderniza”, REDIMIN – Mining Magazine (05 de marzo).
 3. “La CChEN se moderniza”, Revista Minería Chilena (05 de marzo).

Sitio web institucional, redes sociales y boletines:

Sitio web:

1. Cchen.cl: 106 notas publicadas sobre actividades de divulgación (visitas, charlas, seminarios), de investigación, convocatorias, misiones de experto, participación de funcionarios en actividades en Chile y en el extranjero.

Redes sociales:

1. Twitter (a diciembre de 2018): 2.665 seguidores, 563 usuarios seguidos en la cuenta, 288 tweets y retweets, 3.584 interacciones, 275.484 impresiones totales (visualización) y 1.246 menciones.
2. YouTube (a diciembre de 2018): 185 suscriptores, 7 videos publicados en el período, con un histórico desde 2011 a la fecha de 129 videos

publicados con 76.304 visualizaciones.

3. Facebook: este espacio se abrió en octubre de 2018. Ese año, se realizaron 62 publicaciones, que tuvieron un alcance de 30.241 usuarios.

Boletines:

1. En 2018 se comenzó a diseñar, editar y enviar el nuevo boletín “Somos CCHEN”, a autoridades y representantes de universidades, Consejo de la Sociedad Civil (COSOC) y comunidad en general. Envío: lunes 23 de julio, jueves 23 de agosto, jueves 27 de septiembre, jueves 25 de octubre y martes 20 de noviembre.
2. Boletín ARCAL: en 2018 se comenzó a diseñar, editar y enviar un boletín para dar cuenta de las acciones que se desarrollan en el marco del Acuerdo Regional para la Cooperación de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y el Caribe (ARCAL) en Chile. Se envió a autoridades y gestores de proyectos. Envío: miércoles 11 de julio, miércoles 22 de agosto, miércoles 24 de octubre y jueves 06 de diciembre.

Mailing:

1. Encuesta y agradecimiento Día del Patrimonio (lunes 04 y viernes 08 de junio), invitación a integrar COSOC (miércoles 20 de junio y martes 10 de julio), consulta ciudadana (miércoles 20 de junio), invitación Día de la Ciencia (viernes 19 de octubre), “Síguenos en Facebook” (viernes 23 de noviembre), encuesta Día de la Ciencia (lunes 19 y lunes 26 de noviembre), boletín especial “Cultura de Seguridad” (miércoles 19 de diciembre) y saludo navideño institucional (jueves 20 de diciembre).

Participación Ciudadana y Puertas Abiertas:

Como parte del compromiso institucional con la comunidad, se realizaron las siguientes actividades:

Día del Patrimonio en la CCHEN:

Por segundo año consecutivo, la CCHEN formó parte del programa del Día del Patrimonio Cultural, organizado por la Dirección de Monumentos Nacionales del Ministerio de Educación.

La actividad se realizó el sábado 26 de mayo, en el Centro de Estudios Nucleares La Reina y contó con el apoyo de diversos colaboradores de la Institución.

Asistieron 700 personas, quienes visitaron el Ciclotrón, el Reactor de Investigación RECH-1, el Laboratorio de Irradiaciones y el Laboratorio de Plasma y Fusión Nuclear. Además, se programaron charlas sobre plasmas termonucleares y radiaciones naturales, a cargo de funcionarios de la CCHEN.

Posterior a la actividad, se aplicó una encuesta a 500 personas, de las cuales 85 respondieron. La pregunta central fue ¿qué nota le pondrías a la experiencia en su conjunto?, donde se obtuvo una calificación promedio de 6,5 (escala de 1 a 7), y ¿recomendarías la visita?, que arrojó 83 respuestas “sí” y 2 “tal vez”.

Visitas guiadas a los Centros de Estudios Nucleares:

La CCHEN cuenta con un programa regular de atención de visitas, principalmente dirigido a entidades de educación superior y delegaciones de instituciones públicas y privadas. En 2018, el programa nuevamente se abrió a delegaciones de estudiantes de enseñanza media (2° a 4° medio), que fueron atendidas en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre.

Se recibieron 60 delegaciones: 39 grupos de universidades e institutos (Universidad Católica de Temuco, Universidad San Sebastián, Instituto Profesional Los Leones, Universidad Federico Santa María, Santo Tomás, Universidad Católica de Santiago, Universidad de Chile, Universidad de Santiago de Chile, DUOC-UC, Universidad Católica de la Santísima Concepción, Centro de Formación Técnica ENAC, AIEP Viña del Mar, Universidad Nacional Andrés Bello de Viña del Mar, Centro de Información de Energía Nuclear en Chile, Inacap, Centro de Formación Técnica Santo Tomás de Valdivia, Universidad Autónoma, Universidad de Playa Ancha, Universidad Tecnológica Metropolitana, Universidad Central, Universidad de Valparaíso) y 19 delegaciones de colegios de enseñanza media, una delegación de la Armada de Chile y una del Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA).

N° de delegaciones atendidas en el CEN La Reina: 41

N° de delegaciones atendidas en el CEN Lo Aguirre: 19

N° total de personas atendidas: 1.237 personas

Cabe destacar que en comparación al 2017, en 2018 aumentaron los grupos

de visita de 44 a 60, y el número de personas atendidas, de 757 a 1.237. Este incremento se debe, en parte, a la creación de un “Grupo de anfitriones” (memorando N° 177/2018), integrado por colaboradores de la Institución, quienes en forma voluntaria atienden delegaciones de visitas en los centros nucleares.

Día de Puertas Abiertas CCHEN:

En el marco del Día Mundial de la Ciencia para la Paz y el Desarrollo (UNESCO), la CCHEN realizó un Día de Puertas Abiertas en el Centro de Estudios Nucleares La Reina, el 10 de noviembre, que contó con la participación del Ministerio de Energía, a través de la exposición y charla de la muestra ENERCITY.

En la oportunidad, además de una muestra ferial, profesionales e investigadores de la CCHEN expusieron sobre investigación en plasmas termonucleares, irradiación de alimentos y materias primas, vigilancia radiológica ambiental, combustibles nucleares, aplicaciones nucleares en agricultura, dosimetría personal, metrología de radiaciones ionizantes y reactor nuclear de investigación RECH-1. Asistieron 237 personas.



Nuevas visitas durante el día del patrimonio en el CEN La Reina.



Consejo de la Sociedad Civil, COSOC.

Consejo de la Sociedad Civil, COSOC:

Durante el 2018, se realizó el proceso de elecciones y constitución de un nuevo Consejo de la Sociedad Civil de la CCHEN, para el periodo 2018-2022, que significó aumentar de 9 a 15 las organizaciones participantes, y de 3 a 4 los estamentos de la sociedad representados.

Los nuevos estamentos y organizaciones que componen el actual COSOC son:

1. Organizaciones vecinales: Junta de Vecinos 14 Reina Alta (La Reina), Junta de vecinos C-15 Santa Rosa de Apoquindo, Junta de Vecinos C-5 Los Descubridores (Las Condes), Junta de Vecinos Lomas de Lo Aguirre, Comité Operativo de Emergencia Rural (Pudahuel).
2. Academia: Universidad Bernardo O'Higgins, Universidad Católica de Chile, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Sociedad Chilena de Física (SOCHIFI).

3. Gremios: Colegio de Tecnólogos Médicos de Chile A.G., Colegio de Ingenieros de Chile A.G., Sociedad de Física Médica Chilena.
4. Organizaciones medioambientales o de desarrollo: Centro de Información sobre Energía Nuclear de Chile (CIEN Chile), Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental (AIDIS Chile), Bomberos de Chile.

El Consejo sesionó en siete oportunidades, para abordar los siguientes temas:

1. Revisión documento y participación en la Cuenta Pública CCHEN (dos sesiones).
2. Usos del litio a nivel mundial.
3. Actividad de investigación y desarrollo de la CCHEN en torno a Materiales de Interés Nuclear, incluyendo litio (sesión extraordinaria).
4. Presupuesto institucional de la CCHEN para 2019.
5. Aplicaciones de vigilancia ambiental en la CCHEN. Coordinación de actividad de monitoreo ambiental con muestra de agua en el CEN Lo Aguirre.
6. Sesión de constitución del nuevo COSOC.

Cuenta Pública Participativa:

La Cuenta Pública Participativa 2018 se realizó en modalidad presencial, el 31 de mayo, en el CEN La Reina. Contó con la participación de 70 invitados y funcionarios. El documento resultante fue, además, puesto a disposición en el sitio web de la CCHEN.

Consultas Ciudadanas:

En el período se realizaron cinco consultas ciudadanas en modalidad virtual para la revisión de cinco documentos:

1. Requisitos para la Autorización de Transporte de Materiales Radiactivos (NS-ACR-01.0).
2. Protección Física en el Transporte de Materiales Radiactivos – v1 (NS-ACR-02.0)
3. Planes de Emergencia en Caso de Accidente durante el Transporte de Materiales Radiactivos (NS-ACR-03.0).
4. Requerimientos para la autorización de operación de instalaciones de

- Braquiterapia Diferida de Alta Tasa de Dosis (NS-AUCR-01-0).
5. Requerimientos de Control Dosimétrico para personal de operación de instalaciones nucleares o radiactivas (NS-GGDM-01.1).

Transparencia Pasiva:

Los procesos referidos a transparencia pasiva (leyes 19.880 sobre consultas ciudadanas y 20.285 de acceso a la información pública) radican en la Oficina Asesora de Comunicación Corporativa de la CCHEN. Se trata de procesos que constituyen canales de comunicación con la ciudadanía, como es el caso de: OIRS, bibliotecas, contactos telefónicos, links desde el sitio web institucional.

- Implementación de la Ley 19.880 - Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana (SIAC):

Durante el 2018, 2.267 solicitudes fueron procesadas por el SIAC. De ellas, 2.094 fueron ingresadas a través de bibliotecas, 115 por medio del buzón virtual, 55 mediante correo electrónico, 2 por el mesón y solo una vía teléfono.

Tema de las consultas: servicios bibliotecarios (92,2%), ámbito nuclear (5,6%), actividades propias de la CCHEN (0,7%), productos y servicios (0,5%) y requerimientos de visitas a las instalaciones (0,8%).

- Implementación de la Ley 20.285 - Transparencia en la Gestión Pública: En 2018, la CCHEN recibió 110 solicitudes de acceso a la información pública. El 99% de las solicitudes se respondió efectivamente en un plazo menor o igual a 15 días hábiles, dando así cumplimiento al compromiso institucional de dar respuesta al 80% de las solicitudes en dicho plazo

Solicitudes ciudadanas desglosadas por tema

Temas	Nº de solicitudes	%
Actividades CCHEN	17	0,7%
Cuenta Pública 2011	0	0,0%
Cursos de radioprotección	1	0,0%
Energía Nucleoeléctrica	1	0,0%

Física y Química Nuclear	0	0,0%
Otros Temas	127	5,6%
Productos y Servicios	11	0,5%
Servicios Bibliotecarios	2091	92,2%
Usos y Aplicaciones Pacíficas de la Energía Nuclear	0	0,0%
Visita Instalaciones	19	0,8%
Total de solicitudes	2267	100,0%

Solicitudes ciudadanas desglosadas por tipo de solicitud

Tipo de solicitud	N° de solicitudes	%
Consulta	2.198	97,0%
Felicitaciones	0	0,0%
Opinión	0	0,0%
Otro	3	0,1%
Petición	53	2,3%
Reclamo	11	0,5%
Sugerencia	2	0,1%
Total de solicitudes	2.267	100,0%

Solicitudes Ciudadanas desglosadas por actividad del usuario

Actividad	N° de solicitudes	%
Dueña de casa	0	0,0%
Empleado	8	0,4%
Estudiante básica	0	0,0%
Estudiante media	1	0,0%
Estudiante postítulo	5	0,2%
Estudiante universitario	68	3,0%
Otra	56	2,5%

Profesional	1371	60,5%
Sin actividad	758	33,4%
Total de solicitudes	2267	100,0%

Solicitudes Ciudadanas desglosadas por grupo etario

Edad	N° de solicitudes	%
Entre 0-18 años	1	0,0%
Entre 19 y 25 años	65	2,9%
Entre 26 y 30 años	464	20,5%
Entre 31 y 35 años	924	40,8%
Entre 36 y 40 años	142	6,3%
Entre 41 y 45 años	90	4,0%
Entre 46 y 50 años	171	7,5%
Entre 51 y 55 años	351	15,5%
Entre 56 y 60 años	55	2,4%
Entre 61 y 65 años	4	0,2%
Entre 66 y 70 años	0	0,0%
Entre 71 y 75 años	0	0,0%
Más de 75 años	0	0,0%
Sin edad	0	0,0%
Total	2267	100,0%

Solicitudes Ciudadanas desglosadas por género del usuario

Sexo	N° de solicitudes	%
Femenino	726	32,0%
Masculino	1455	64,2%
Sin registro	86	3,8%
Total	2267	100,0%

Otras acciones:

- Actualización Banco de Imágenes:

El 21, 22 y 24 de agosto de 2018, la productora audiovisual PAROX realizó 153 tomas fotográficas en instalaciones, laboratorios y actividades diversas de la Institución, con el objetivo de contar con imágenes actualizadas de los procesos, servicios e investigaciones que se realizan en la CCHEN. Las jornadas se realizaron en el Centro de Estudios Nucleares La Reina y Lo Aguirre.

- Proyecto nuevo sitio web CCHEN:

Con el fin de rediseñar el sitio web de la CCHEN, y tomando en cuenta que se trata de uno de sus principales espacios para la divulgación de su quehacer, sus servicios, su trabajo de investigación y de la información sobre su rol regulador y fiscalizador, en 2018 se comenzó a elaborar un nuevo sitio web institucional, para lo cual se contrató a una profesional con dedicación exclusiva al proyecto.

Uno de los principales objetivos del nuevo sitio es aportar información de utilidad a las audiencias clave de la CCHEN en los ámbitos de la investigación y la tecnología, energía, servicios, productos y sus actividades normativas y de control (ámbitos declarados en nuestra Misión y Visión).

- Creación del Comité Técnico de Comunicaciones:

Se creó el Comité Técnico de Comunicaciones (memorando N° 120/2018), con el objetivo de colaborar de manera transversal en las acciones contempladas en el Plan de Comunicaciones 2018. Es integrado por 12 funcionarios de distintas divisiones de la organización y de la Oficina Asesora de Desarrollo Estratégico y Energía Nuclear de Potencia.

Participación internacional:

- Funcionario asistió a reunión final de comunicaciones, en el marco del proyecto “Desarrollo de indicadores para determinar el efecto de plaguicidas, metales pesados y contaminantes emergentes, ecosistemas acuáticos continentales de importancia para la agricultura y la agroindustria” (RLA7019), organizado por el OIEA. Marzo, Panamá.

El objetivo fue exponer el trabajo desarrollado en cada país, en el ámbito de las comunicaciones, durante la ejecución del proyecto, reconociendo los principales logros, falencias, lecciones aprendidas y recomendaciones

para el trabajo de comunicaciones de los proyectos ARCAL. En la ocasión, se elaboró el informe final del trabajo de comunicaciones para ese proyecto.

- Funcionario asistió a “Curso regional en el diseño e implementación de estrategias de comunicación”, en el marco del proyecto “Fortalecimiento de la vigilancia y respuesta regional para entornos marinos y costeros sostenibles” (RLA7022). Mayo, El Salvador.

El funcionario capacitó a los participantes en el diseño e implementación de estrategias de comunicación, para transferir conocimiento e información entre los diferentes actores a nivel local y regional sobre los resultados del proyecto.

- Funcionaria asistió a “Reunión técnica sobre la participación de las partes interesadas durante el ciclo de vida de una central nuclear”, a cargo del OIEA. Septiembre, Austria.

El objetivo fue recibir una orientación práctica y compartir experiencias sobre la participación de stakeholders en programas de energía nuclear, tanto de países que producen nucleoelectricidad, como de aquellos que están partiendo. Funcionaria participó en panel de conversación sobre rol de la mujer y nuevas generaciones en la energía nuclear.

SIGLAS

AdSTM	: Advanced Systems Technology and Management	CSIC	: Instituto de Física Corpuscular
AIDIS Chile	: Asociación Interamericana de Ingeniería Sanitaria y Ambiental	CTBT	: Tratado de Prohibición de Ensayos Nucleares
ANDES	: Agua Negra Deep Experiment Site	CUBEPRO	: Curso Básico de Protección Radiológica
ARCAL	: Acuerdo Regional de Cooperación para la Promoción de la Ciencia y Tecnologías Nucleares en América Latina y el Caribe	DGA	: Dirección General de Aguas
ASOCHICAL	: Asociación Chilena de las Ciencias del Animal de Laboratorio	DGAC	: Dirección General de Aeronáutica Civil
CAIGG	: Consejo de Auditoría Interna General de Gobierno de Chile	DIPRES	: Dirección de Presupuestos de Chile
CAU	: Centro de Atención al Usuario	DIRECTEMAR	: Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante de Chile
CAS	: Central de Alarmas y Vigilancia	DISNR	: División de Seguridad Nuclear y Radiológica de la CChEN
CASS	: Curso para Auxiliares del Servicio de Salud	DOE	: Departamento de Energía de Estados Unidos
CAT	: Centro de Alerta Temprana	EMCO	: Estado Mayor Conjunto
CChEN	: Comisión Chilena de Energía Nuclear	EMEP	: European Monitoring and Evaluation Programme
CCE	: Contador de Cuerpo Entero	END	: Ensayos No Destructivos
CCTV	: Sistemas de Vigilancia	ETR	: Elementos de Tierras Raras
CDC	: Convenio de Desempeño Colectivo	FAO	: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
CDR	: Comité Deporte y Recreación	FCA	: Filtro de Carbón Activado
CEA	: Comisión Francesa de Investigación en Energía Nuclear y Energías Renovables	FDF	: Fundación para el Desarrollo Frutícola
CEAZA	: Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas	GAPA	: Grupo de Apoyo de Primeros Auxilios
CEPRO	: Curso Específico de Protección Radiológica	GMP	: Good Manufacturing Practices
CETEM	: Centro de Tecnologías Minerales	GNIP	: Global Network for Isotopes Precipitation
CIEMAT	: Centro de Investigaciones Energéticas, Medioambientales y Tecnológicas	GOPE	: Grupo de Operaciones Policiales Especiales
CIEN Chile	: Centro de Información sobre Energía Nuclear de Chile	ICDMP	: International Center Dense Magnetized Plasmas
CMM	: Centro de Modelamiento Matemático	ICNDT	: Comité Internacional de Ensayos No Destructivos
CNE	: Comisión Nacional de Energía	ICTP – MLAB	: International Centre for Theoretical Physics – Multidisciplinary Laboratory
CONSER	: Comisión de Seguridad de Emergencias Radiológicas	ICRU	: Comité Internacional de Unidades y Medidas Radiológicas
CORFO	: Corporación de Fomento de la Producción	IEC	: Incident and Emergency Centre
COSOC	: Consejo de la Sociedad Civil	IICA	: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura
CPHS	: Comités Paritarios de Higiene y Seguridad	IMME	: Isobaric Multiplet Mass Equation
CRECYT	: Congreso Regional Escolar de Ciencia y Tecnología	INAPI	: Instituto Nacional de Propiedad Industrial
		INDAP	: Instituto de Desarrollo Agropecuario
		INFOR	: Instituto Forestal

INIA	: Instituto de Investigaciones Agropecuarias	PDI	: Policía de Investigaciones
ININ	: Instituto de Nacional de Investigaciones Nucleares	PELP	: Planificación Energética de Largo Plazo
INN	: Instituto Nacional de Normalización	PMI	: Project Management Institute
INSSP Nuclear	: Plan Nacional Integrado de Soporte a la Seguridad Física	PMG	: Programa de Mejoramiento de la Gestión
INTA	: Instituto de Nutrición y Tecnología	RALACA	: Red Analítica de Latino América y el Caribe
IRRS	: Servicio Integrado de Examen de la Situación Reglamentaria	RCM	: Research Coordination Meeting
ISP	: Instituto de Salud Pública	REP	: Responsabilidad Extendida del Productor
LAL	: Lisado de amebocitos de Limunus	RNM	: Red Nacional de Metrología
LANIDER	: Laboratorio Nacional de Investigación y Desarrollo de Radiofármacos	RSI	: Reglamento Sanitario Internacional
LBDNet	: Red Latinoamericana de Dosimetría Biológica	SAG	: Servicio Agrícola y Ganadero
MAN	: Atómicos Naturales	SAIP	: Solicitudes de Acceso a la Información Pública
MIN	: Materiales de Interés Nuclear	SEC	: Superintendencia de Electricidad y Combustibles
Minsal	: Ministerio de Salud	SEPRO	: Sección Protección Radiológica Operacional de la CCHEN
MMC	: Máquina de Medición de Coordenadas	SERNAGEOMIN	: Servicio Nacional de Geología y Minería
MPP	: Marco Nacional del Programa del País	SEA	: Servicio de Evaluación Ambiental
NCEP	: National Center for Environmental Prediction	SGC	: Sistema de Gestión de Calidad
NGDE	: Modelo de Ecuaciones Dinámicas Nodales Generales	SHSYMAT de Trabajo	: Sistema Higiene, Seguridad y Mejoramiento de Ambientes
NLO	: Oficial Nacional de Enlace	SIAC	: Sistema Integral de Atención Ciudadana
NNSA	: Agencia de Seguridad Nuclear Física	SIDREP Peligrosos	: Sistema de Declaración y Seguimiento de Residuos Peligrosos
NSSC-CCHEN	: Centro de Apoyo a la Seguridad Nuclear	SIM	: Sistema Interamericano de Metrología
ODEPA	: Oficina de Estudios y Políticas Agrarias	SINADER	: Sistema Nacional de Declaración de Residuos
OIEA	: Organismo Internacional de Energía Atómica	SIV	: Sistema Internacional de Vigilancia
ONEMI	: Oficina Nacional de Emergencias	SLA	: Service Level Agreement
OPRA	: Oficial de Protección Radiológica en Alerta	SMRs	: Small Modular Reactor
OSI	: Inspección en terreno (On-Site Inspection)	SOCHIFI	: Sociedad Chilena de Física
OTL Nuclear	: Oficina de Transferencia y Licenciamiento	SSDL	: Secondary Standards Dosimetry Laboratories
PAC	: Programa Anual de Capacitación	TIE	: Técnica de Insecto Estéril
PAI	: Proyectos de Inserción al Sector Productivo	TOE	: Trabajadores Ocupacionalmente Expuestos
PAR	: Proyectos Asociativos Regionales	TP	: Tamaño de Partículas
PCA	: Partnership and Cooperation Agreement	TPCEN Nucleares	: Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares
PCT	: Tratado de Cooperación en materia de Patentes	TRL	: Technology Readiness Level

UNLIREC : United Nations Regional Centre for Peace, Disarmament
and Development in Latin America and the Caribbean
UPM : Universidad Politécnica de Madrid
UTEM : Universidad Tecnológica Metropolitana
UTFSM : Universidad Técnica Federico Santa María
WINS : World Institute for Nuclear Security
WJNST : World Journal of Nuclear Science and Techno-
gy
WMO : World Meteorological Organization

