



# Cuenta Pública 2011



**Comisión  
Chilena de  
Energía Nuclear**

Ministerio de Energía

[www.cchen.cl](http://www.cchen.cl)

## ANTECEDENTES

El 16 de abril de 1964, se crea la Comisión Nacional de Energía Nuclear. En 1965, la Ley N° 16.319 crea la Comisión Chilena de Energía Nuclear, continuadora legal de la anterior.

La misión y objetivos fijados por ley son:

- a) Atender los problemas relacionados con la producción, adquisición, transferencia, transporte y usos pacífico de la energía atómica y de los materiales fértiles, fisionables y radiactivos, y
- b) Regular, fiscalizar y controlar, desde el punto de vista de la seguridad nuclear y radiológica, las instalaciones nucleares y las instalaciones radiactivas relevantes en todo el país.

La institución 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.

Las actividades que se desarrollan al interior de la CCHEN, impactan en variadas áreas del quehacer nacional siendo las más relevantes la salud, la industria, la minería, la agricultura, la alimentación.

Regula, autoriza y fiscaliza, a nivel nacional, las fuentes nucleares y radiactivas catalogadas como de primera categoría y a los operadores de las mismas.

Protege radiológicamente a las personas y al medioambiente; efectuando monitoreo, vigilancia, calibración, gestionando los desechos radiactivos y capacitando en el área radiológica.

Genera conocimientos y desarrollos en ciencia y tecnología nuclear para contribuir creciente y sostenidamente a la sociedad.

## CUENTA DEL DIRECTOR EJECUTIVO

Desde su creación, la CCHEN ha tenido como misión el control regulatorio y la investigación y desarrollo de los usos pacíficos de la energía nuclear. Los servicios de la CCHEN están dirigidos a las áreas de la Salud, Industria, Medioambiente, Alimentos y Académica. Cuenta con tres sedes ubicadas en la Región Metropolitana, con equipamiento único y una planta de 335 funcionarios, siendo su presupuesto ejecutado de diez mil millones de pesos.

Los principales logros relacionados con la regulación, control y fiscalización se relacionaron con el mejoramiento continuo de la capacidad reguladora y competencia fiscalizadora, la capacitación en códigos de conducta sobre el control de fuentes radiactivas a nivel nacional, el transporte seguro de material radiactivo, protección radiológica, seguridad nuclear y control de calidad en instalaciones. Se mantuvo el 100% de cobertura nacional de autorizaciones, para instalaciones radiactivas de primera categoría y



Dr. Jaime Salas K., Director Ejecutivo de CCHEN

sus operadores, realizando 977 fiscalizaciones a nivel nacional. También se concretó el desarrollo del anteproyecto de modificación de la Ley de Seguridad Nuclear.

Se contribuyó al tratamiento de patologías de carácter grave, como el cáncer, a través del suministro de radioisótopos utilizados en el diagnóstico médico oncológico por imágenes, para terapia y en tratamiento paliativo del dolor. Se produjeron 990 Curies (unidad de medida de radiactividad), entre Tecnecio 99, Yodo 131 y Glucosa Fluorada, destinados a la atención de miles de pacientes, que reciben dosis de diferentes magnitudes, para diagnóstico y tratamiento.

Para asegurar la continuidad de este suministro se inició la modernización del laboratorio de producción de radioisótopos y radiofármacos, así como el desarrollo de los estudios relacionados con la producción de Molibdeno de Fisión, a nivel de laboratorio, para la producción de generadores de tecnecio.

Se mantuvo el aseguramiento de la protección radiológica de personas operacionalmente expuestas, en diversos centros radiológicos e industrias, que utilizan técnicas con radiaciones ionizantes. Se efectuaron 25.000 determinaciones de dosis absorbida, correspondientes a 7.218 usuarios, lo que da seguridad respecto de las condiciones de trabajo y la exposición a estas radiaciones.

Se ha logrado una contribución efectiva a la industria, a través de esterilización por irradiación, procesando 1.477 toneladas de alimentos, 12.597 cajas de material médico-quirúrgico (663 m<sup>3</sup>), así como 191 toneladas de materiales diversos (especies, hierbas). Es importante destacar que la planta de irradiación multipropósito incrementó su capacidad en un 40%. Adicionalmente, se continuó con la irradiación de sangre, tejidos y huesos, para esterilización y posterior utilización en el ser humano, en sus aplicaciones en traumatología, odontología y tratamiento de quemados.

Se inició el proyecto de modernización del laboratorio de metrología de radiaciones ionizantes y mantenimiento de patrones secundarios del CEN La Reina, lo que mejorará nuestra capacidad de calibración de equipos radiológicos. Se contribuyó a la seguridad en ambientes radiológicos, en las áreas de medicina, minería, medioambiente e industria, mediante capacitación en protección radiológica. Se dictaron 22 cursos, con una asistencia de 428 alumnos.

En el marco de un convenio de colaboración entre la CCHEN y CODELCO, se comprobó a nivel piloto la factibilidad técnica de separación y obtención de uranio y molibdeno, desde corrientes de lixiviación de cobre, en la mina Radomiro Tomic.

Se continuó con la fabricación de combustible para el reactor experimental del CEN La Reina, en base a uranio de bajo enriquecimiento. Este proceso incluye las etapas de alta tecnología para la obtención de uranio metálico y transformación a compuestos en base a siliciuro de uranio. Esta capacidad tecnológica posiciona a Chile en la categoría de potencial fabricante internacional.

En el área de investigación de nuevos materiales combustibles, se concretó el envío a Estados Unidos de placas para pruebas de irradiación, fabricadas en base a compuestos de uranio-molibdeno con alta densidad de uranio. Este desarrollo es parte de iniciativas internacionales que buscan optimizar los materiales combustibles para reactores de investigación, con enriquecimiento de uranio lo más bajo posible, motivado por la política de no-proliferación nuclear. Por otro lado, se encuentra activo un acuerdo de colaboración mutua con el Korean Atomic Energy Research Institute, en virtud del cual la CCHEN fabrica nuevos compuestos en base a uranio-molibdeno, para ser ensayados bajo irradiación, en Corea del Sur.



En el marco del tratado internacional de prohibición completa de ensayos nucleares (TPCEN) y posterior al terremoto y tsunami que afectó a parte del territorio nacional, se puso en operación una estación costera provisoria que registra y envía los datos de Hidroacústica e Infrasonido desde la isla de Juan Fernández.

En cuanto a la gestión interna, el Programa de Mejoramiento de la Gestión tuvo un 100% de cumplimiento de los objetivos de gestión del PMG Institucional, según la evaluación de los 4 sistemas comprometidos realizada por consultores contratados por DIPRES.

El Convenio de Desempeño Colectivo entre la CCHEN y el Ministerio de Energía, definió 9 grupos de trabajo y 81 metas. El Cumplimiento Institucional Ponderado fue de un 95%. Todos los grupos de trabajo lograron un cumplimiento igual o superior a 90% y tres grupos alcanzaron el 100%.

Se logró mantener la certificación ISO 9001:2008 para el alcance del Sistema de Gestión de Calidad de la CCHEN. Además, se hicieron tres auditorías externas, bajo el estándar ISO 17025, a los Laboratorios de Activación Neutrónica, de Vigilancia Radiológica Ambiental y de Metrología de Radiaciones Ionizantes, manteniéndose en todos ellos la acreditación.

Todo lo anterior es un sucinto resumen de las tareas realizadas en 2011. A continuación, se encuentra el detalle de los hitos alcanzados por cada una de las áreas de trabajo que desarrollan los integrantes de esta institución.

Este Director Ejecutivo invita a usted a interiorizarse, en detalle, sobre el amplio espectro de actividades que la CCHEN realiza, de su contribución al desarrollo del país y bienestar de las personas, así como también, al cuidado del medioambiente.

Esta invitación no solo se refiere a conocer el quehacer institucional, sino, también, a contribuir con sus opiniones, comentarios y sugerencias a que la Comisión Chilena de Energía Nuclear sea un ente que aporte, cada vez más, a engrandecer nuestra nación.

## PRINCIPALES HITOS DE 2011

### 1. SEGURIDAD NUCLEAR Y RADIOLÓGICA

#### a) Regulación

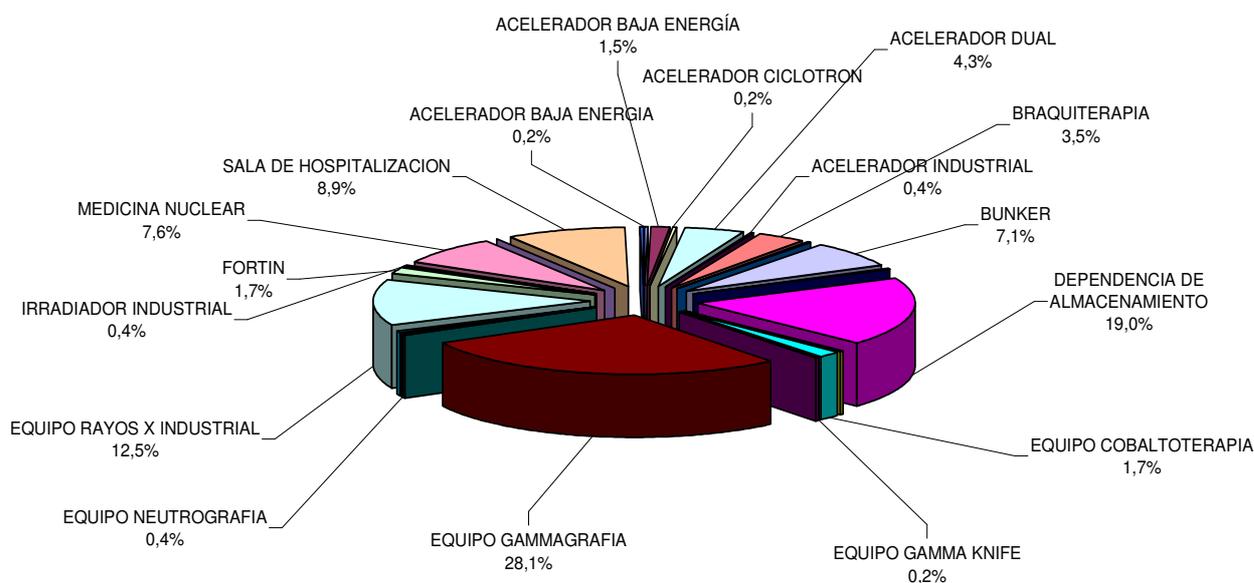
En el área de la Regulación, fueron elaborados y propuestos los siguientes documentos:

- Modificación de la Ley de Seguridad Nuclear
- Proyecto de ley de creación del Consejo Regulador de Seguridad Nuclear.
- Reglamentos de: Autorizaciones, Protección Radiológica, Transporte de Material Radiactivo, Protección Física, Desechos Radiactivos y Sanciones.
- Normas sobre: Procedimientos de Licenciamiento (NS-GG-02); Procedimientos de Seguridad del Regulador (NS-GG-04); Calibración de Detectores de Radiación (NCS-PM-01).



## b) Licenciamiento

En licenciamiento, fueron evaluadas y autorizadas 463 Instalaciones Externas y 961 Operadores. La proporción, por tipo de instalación, se ilustra en el siguiente esquema:



## c) Fiscalización

Conforme al programa establecido, se efectuó 387 fiscalizaciones a entidades que poseen fuentes de radiación de primera categoría, abarcando 977 instalaciones.

Adicionalmente, durante el año fueron realizados seis talleres en protección radiológica para Grupos de Interés entre los que se incluyen trabajadores ocupacionalmente expuestos (TOE).

## 2. PROTECCIÓN RADIOLÓGICA Y AMBIENTAL

### a) Metrología de Radiaciones Ionizantes

En esta área de trabajo se puede destacar lo siguiente:

- Calibración y estandarización de 210 equipos de protección radiológica de la CCHEN y de clientes externos.
- Calibración de 13 líneas de Ir-192 usadas en braquiterapia oncológica (169 cm. y 1181 mCi) y 2 generadores lineales, usados en radioterapia oncológica.
- El resultado de la intercomparación postal OIEA/OMS 2010, aplicable a los centros de radioterapia oncológica chilenos, arrojó una dispersión relativa del 2%, medición que está por debajo del criterio de aceptación que es de  $\pm 5,0\%$ .



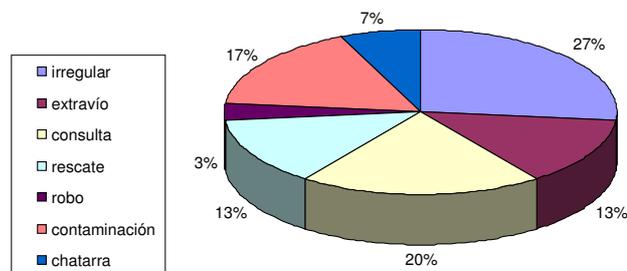
- Se realizó la conducción de la intercomparación de dosimetría en radioterapia oncológica nacional, entre 10 centros de esta área, con Fantomas Tejido Equivalente.
- El programa de auditoría OPS-OMS-OIEA “Auditorías Postales para Unidades de Radioterapia”, demostró que en los países en vías de desarrollo resulta indispensable continuar con la ejecución de dicho programa, debiéndose incluir funciones de fiscalización por parte de las autoridades locales competentes con asesoría externa de la OPS y OIEA, dentro de los protocolos bilaterales correspondientes.
- El Laboratorio de Medición de Radiaciones Ionizantes, LMRI-Chile-CCHEN y el Laboratorio de Metrología de Radiaciones Ionizantes y No Ionizantes del Instituto de Salud Pública del Ministerio de Salud, ISP-MINSAL, efectuaron la intercomparación anual 2011 de los sistemas de dosimetría personal externa a 2 empresas que dan este servicio a nivel nacional para trabajadores ocupacionalmente expuestos, a objeto de evaluar el grado de calibración de los sistemas en condiciones aire libre y dosis equivalente individual externa Hp (10) para RX.
- El LMRI-Chile mantuvo la acreditación INN LC 065 como Laboratorio de Calibración en las magnitudes de Radiaciones Ionizantes, bajo norma NCh-ISO 17025.
- Fue realizado el levantamiento radiométrico a instalaciones de Radar de la Dirección de Aeronáutica Civil en Santiago.

## b) Protección Radiológica Operacional

Los hitos en esta área son:

- Realización de la supervisión radiológica rutinaria, la vigilancia y el control permanente en las instalaciones internas de la CCHEN, efectuando los monitoreos y mediciones en condiciones normales de trabajo al personal y a los diferentes ambientes de trabajo.
- Realización de trabajos de servicios especializados en protección y evaluación radiológica a empresas del sector minero, químico y manufacturero y Aduanas de Chile.
- Atención de 30 casos de emergencias radiológicas, de las cuales 29 corresponden a segunda y tercera categoría y que la CCHEN atiende como colaboración a la autoridad competente del sector salud. El caso de primera categoría corresponde a un cambio de un equipo de tomografía. La proporción por tipo de emergencia se grafica a continuación:

Tipos de Emergencia



- Elaboración de procedimientos para el transporte de Co-60 para la recarga de la fuente de la Planta de Irradiación Multipropósito.
- Desarrollo del sistema de registro radiológico en línea, para optimizar las supervisiones radiológicas.
- Desarrollo de la memoria de cálculo de blindajes para nueva instalación de desechos radiactivos que reemplazará a la ya existente.
- Elaboración del Sistema Digital Integral de Registros Radiológicos consistente en fichas técnicas, listas de chequeos e informes finales para el ciclotrón, reactor RECH-1, laboratorio de control de calidad, visitas guiadas y lavado de ropas.

### c) Radiomedicina

En este ámbito se destaca lo siguiente:

- Realización de 740 exámenes de laboratorio bioquímico y hematológico y 150 exámenes médicos, que incluyeron controles del personal expuesto a radiaciones y atenciones al personal CCHEN, por patología prevalente.
- Evaluación de 38 personas, para el otorgamiento de los respectivos Certificados de Aptitud Psicofísica para Operadores de Instalaciones radiactivas de la CCHEN.
- Realización de 429 análisis de orina para profesionales ocupacionalmente expuestos, tanto de la CCHEN como de organizaciones externas, a fin de detectar contaminación interna con radionucleidos.
- Realización de 337 análisis en el contador de cuerpo entero a los trabajadores ocupacionalmente expuestos a radiaciones ionizantes.
- Realización de 2 exámenes de disimetría biológica para estimar dosis absorbidas en personas presuntamente sobreexpuestas a radiaciones ionizantes. Cabe señalar que es necesario mantener la confiabilidad de los ensayos; esto se realiza con cultivos citogenéticos periódicos e ínter comparaciones con otros laboratorios de Latinoamérica.



- Participación en reuniones de coordinación con el Ministerio y Secretaría Regional Ministerial de Salud, para analizar las posibles implicancias del accidente nuclear de Fukushima en nuestro país.
- Realización de controles de vigilancia médica y dosimetría interna "in Vivo" en el contador de cuerpo entero a 11 personas (periodistas y camarógrafos) que fueron enviados por los canales de televisión a Japón para cubrir la noticia del accidente.
- A fin de ampliar el alcance de la certificación ISO 9001:2008 de la institución, mediante la incorporación de sus procesos de la Sección, fue sometida a una asesoría en Sistemas de Gestión de Calidad.

#### d) Gestión de Desechos Radiactivos

Los hitos alcanzados en gestión de desechos son:

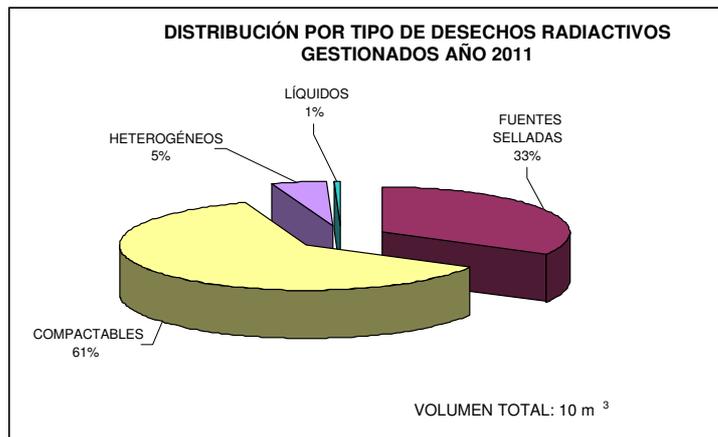
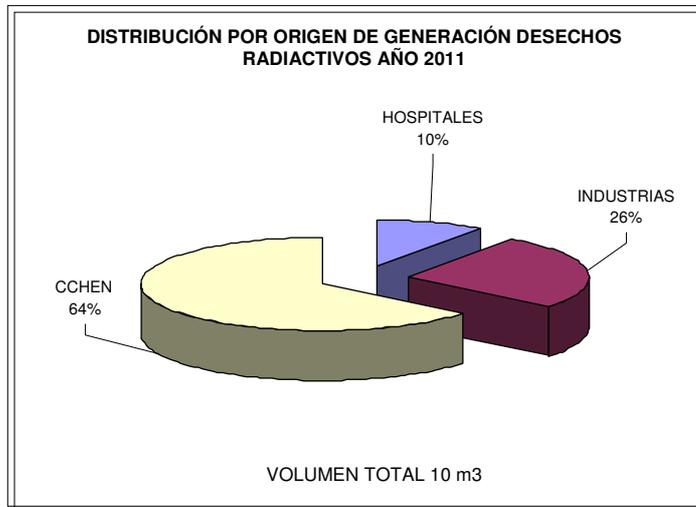
- Elaboración de la documentación requerida por la legislación vigente y presentación de la misma a las autoridades competentes, para la obtención de permisos de construcción de una nueva instalación centralizada para almacenamiento de desechos radiactivos.

Esta instalación permitirá satisfacer las necesidades de generadores de desechos radiactivos del país por los próximos 40 años. Los documentos elaborados corresponden al informe sobre *Modificación Sistema de almacenamiento de residuos radiactivos sólidos, CEN Lo Aguirre*, documento complementario a la Declaración de Impacto Ambiental, que detalla los impactos ambientales en la zona donde se proyecta la construcción de un nuevo almacén de desechos radiactivos acondicionados y la *Memoria de Cálculo de Blindajes*, para complementar la ingeniería de detalles del proyecto.

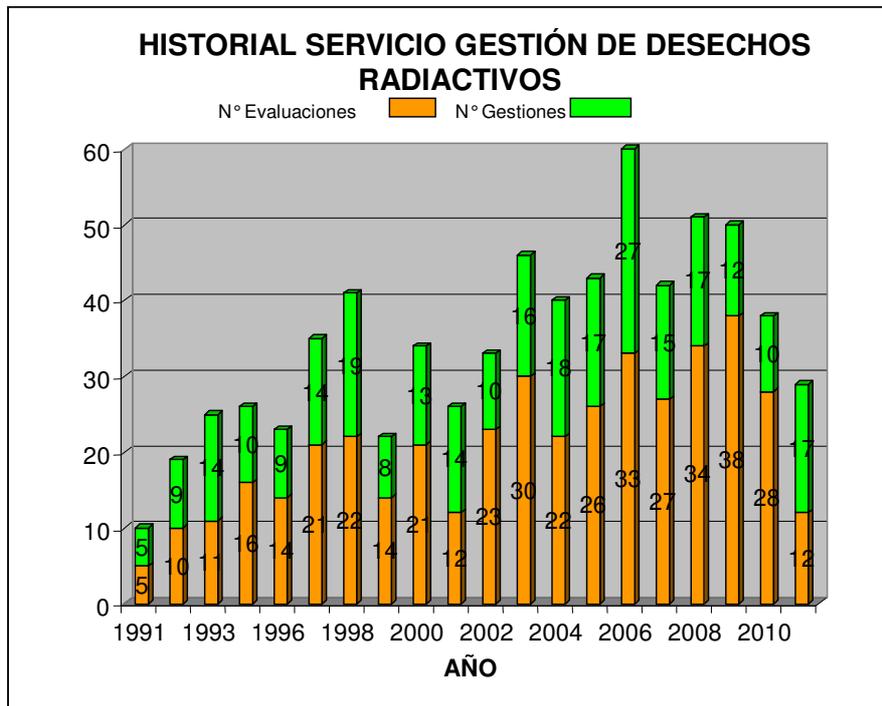
- Fueron redactados los documentos de seguridad para la obtención de la renovación de la autorización de operación de la Bodega Operativa, recinto que almacena fuentes de radiación y desechos sólidos que se encuentran en espera de tratamiento en la Planta de Tratamiento de desechos radiactivos del CEN Lo Aguirre.
- Reducción de volumen de desechos sólidos por compactación, optimización de volumen de fuentes de radiación selladas para acondicionamiento y acondicionamiento de fuentes de radiación selladas en desuso.

- Realización de la gestión de un volumen total de 10m<sup>3</sup> de desechos radiactivos procedentes de las instalaciones radiactivas y nucleares del país, incluida la confinación segura en nuestras instalaciones, de 90 fuentes de radiación selladas.





- Fueron recibidos 54 requerimientos de parte de explotadores de instalaciones radiactivas del país. A 12 de ellos, que entregaron toda la información necesaria, se les proveyó de las recomendaciones para realizar la gestión de sus desechos, cuyo costo asociado es de cargo de los explotadores.



**e) Vigilancia Radiológica Ambiental**

De las actividades realizadas en el periodo se destaca:

Tabla resumen de análisis radiológicos efectuados

Cantidad	Procedencia
18	Programa Nacional de Vigilancia Radiológica Ambiental
97	Control de Sitio de los Centros de Estudios Nucleares
268	Agua según NCh-409/1Of.2005 por criterios para elementos radiactivos (Tipo III)
157	Usuarios externos
17	Laboratorios de la CCHEN

- Realización de las determinaciones de radionucleidos de importancia sanitaria por espectrometría gamma de alta resolución, que generaron 154 informes que respaldan un volumen de exportación del orden de 18.000 toneladas de productos entre leche en polvo, quesos, hamburguesas, levadura y cárneos en general.
- Instalación de una estación monitorea en cada uno de los Centros Nucleares, ubicadas en los sitios de las respectivas estaciones meteorológicas. Con esto se da inicio a la Red de Medición Radiológica en tiempo real en los Centros de Estudios Nucleares, que considera 5 estaciones en cada uno de ellos, totalizando 10 estaciones monitoras.

## f) Gestión Ambiental

En esta área de trabajo se distinguen los siguientes hitos:

- Elaboración del plan anual de regularización ambiental con metas trimestrales. Las actividades fueron desarrolladas en coordinación con diversas unidades de la CCHEN, involucrando la formulación, ejecución y/o coordinación de estudios, proyectos y obras de regularización y mejora.
- En su calidad de contraparte técnica, esta Sección realizó la comunicación necesaria con los organismos con competencias de fiscalización y control de la gestión ambiental de la CCHEN, en sus diversas áreas, así como también con el Ministerio del Medio Ambiente, a través del Servicio de Evaluación Ambiental de la Región Metropolitana en los proyectos CCHEN sometidos al Reglamento del Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA).
- En relación con las exigencias asociadas a la etapa de construcción del “Sistema de Tratamiento y Disposición Final de Residuos Industriales Líquidos del CEN La Reina”, establecidas en la Resolución Exenta 510/2005 de CONAMA RM que aprueba este proyecto, se diseñó un estanque de regulación de las descargas líquidas, incluyendo una campaña de mediciones por laboratorio acreditado INN, complementando el diseño eléctrico existente.
- De acuerdo a lo establecido en el plan anual, se realizó el análisis normativo sobre el uso del plomo, a objeto de obtener la autorización del Ministerio de Salud para concretar en el CEN Lo Aguirre un proyecto mediante el que se pretende construir piezas de plomo, para ser utilizadas en los procesos productivos realizados en la CCHEN.
- Los resultados de los controles directos realizados por la empresa sanitaria Aguas Andinas de la descarga de residuos líquidos del CEN Lo Aguirre, que evacuan por el sistema de alcantarillado y que llegan a la planta de tratamiento de aguas servidas de La Farfana, indican que la CCHEN cumple al 100% en todos los parámetros controlados, de acuerdo a lo evidenciado en los informes enviados por la empresa sanitaria.
- En relación con las descargas líquidas del CEN Lo Aguirre, fueron programadas y ejecutadas los monitoreos sistemáticos en los puntos de descarga y se efectuó el diseño de registros de autocontrol.
- Respecto del control en la generación de residuos industriales sólidos de la CCHEN, se mantuvo los sistemas de segregación, acopio, identificación, manipulación, almacenamiento y disposición final, incluyendo mecanismos para su reutilización o reciclaje. Toda esta información se mantuvo actualizada en la base de datos destinada para este objeto.
- Las disposiciones fueron efectuadas ante destinatarios autorizados, de acuerdo a la legislación vigente. La distribución por tipos y cantidades de residuos industriales dispuestos se presenta en la siguiente tabla.



Tipo de Residuo	Peso [Kg.]
Residuos no inertes reutilizables - reciclables	50
Residuos no inertes no valorizables	10.500
Residuos inertes reutilizables - reciclables	11.424
Residuos inertes no valorizables	6.340

### Protección Física de Instalaciones Nucleares

En el ámbito de la protección física fueron materializados los siguientes hitos:

- Continuación del reforzamiento de las medidas de seguridad física acordadas con el Departamento de Estado de USA, DOE, para las instalaciones nucleares y radiactivas de la CCHEN y la Central de Alarmas y Vigilancia (CAS) en el CEN La Reina, bajo un sistema de turnos de 4 operadores, que funcionó permanentemente.
- Fueron instaladas y puestas en operación cámaras de circuito cerrado de televisión en el exterior de la instalación de desechos radiactivos del CEN La Reina y área de despacho de material radiactivo. Asimismo, en el RECH-1 fueron renovadas 4 cámaras.
- Fue elaborado el plan para el transporte de material radiactivo (Cobalto 60) desde el paso Los Libertadores hasta el CEN Lo Aguirre y se participó en la operación misma.
- Mediante el curso de familiarización con las instalaciones y sistema de protección física, en Mayo 2011, se capacitó a personal de la Policía Militar asignado a la vigilancia perimetral de los Centros de Estudios Nucleares.
- En el mes de Septiembre de 2011 se realizó la última supervisión por mantenimiento adicional del sistema de seguridad física del Centro de Producción de Insectos Estériles que opera en el Servicio Agrícola y Ganadero, SAG, de Arica.

### g) Prevención de riesgos

En este aspecto destacan los siguientes hitos:

Índices estadísticos año 2011

Indicador	Meta 2011	Valor obtenido
Tasa de accidentalidad (*)(**)	<2	2,5
Tasa de días perdidos (*)(**)	<40	17
Índice de gravedad de los accidentes del trabajo	<20	11,3
Tasa de denuncia de enfermedades profesionales	<0,9	0,9

(\*) Sólo considera funcionarios de planta y contrata.

(\*\*) Para fines de cálculo se consideró una dotación promedio de 322 funcionarios.

- La tasa de siniestralidad obtenida fue menor a la meta propuesta (<40). Ésta llegó a 17 accidentes por 100 funcionarios; la meta es mantenerse en la tendencia actual a la baja.

- La obtención de un valor promedio estadístico de siniestralidad histórico, permitió a la CCHEN optar a una cotización adicional igual a cero. Este resultado nos sitúa entre las organizaciones con indicadores de riesgos más bajos.
- En el periodo se capacitó a aproximadamente 140 funcionarios en cursos abiertos y cerrados del área de la seguridad industrial y prevención de riesgos.
- En el contexto del Programa de Medicina Ocupacional, se gestionó con la Mutual de Seguridad la evaluación médica de 25 funcionarios, considerando aquellos incluidos en el programa de radiaciones ionizantes y renovaciones de licencias de operador. Además, se gestionó la evaluación médica de aquellos funcionarios que cumplen cometidos funcionarios y a los cuales las mineras les exigen un certificado de aptitud para trabajos en altura geográfica. Adicionalmente, en el periodo se solicitó evaluaciones psicosenométricos para conductores.
- Con respecto a las Evaluaciones de Puesto de Trabajo, durante el periodo fueron evaluados los puestos de trabajo Operador de Celda Laboratorio de Producción CEN La Reina y Operador de la Planta de Irradiación Multipropósito. Adicionalmente, fue medido el ozono de dicha Planta.

#### **h) Manejo de Emergencias**

En esta área destaca lo siguiente:

- Actualización del Plan Contra Incendio y Evacuación del Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre, con instrucciones al personal para enfrentar en forma ordenada y efectiva una emergencia de incendio generada en el área nuclear de dicho centro, de manera de evitar o minimizar los daños a las personas y bienes. Esto incluye principalmente la organización, las responsabilidades, la identificación de riesgos y sus consecuencias por cada instalación del centro, los recursos humanos y materiales disponibles, los métodos y elementos requeridos para lograr la contención efectiva de un amago con recursos de la CCHEN, durante el tiempo que transcurra hasta que Bomberos tome el control de la situación.
- Entre el 28 de noviembre y 2 de diciembre, en el marco del Proyecto Regional de Emergencias Radiológicas del OIEA, RLA/9/061, el experto Sr. Juan Pedro García Cadierno, del Consejo de Seguridad Nuclear de España, realizó una misión en el Centro de Estudios Nucleares La Reina. La misión consistió en una asesoría técnica al grupo que trabaja en el Proyecto Sala de Emergencias, entregando orientaciones para el diseño de dicha sala, su infraestructura y procedimientos, así como la interacción con miembros de los departamentos Protección Radiológica y Ambiental y Seguridad Nuclear y Radiológica en materias de preparación y respuesta a emergencias radiológicas. El experto actualizó a los participantes respecto de la organización española en la respuesta a emergencias radiológicas y la presentación de los medios y procedimientos con que se cuenta. Se le dio especial atención a conocer las características técnicas y de procedimientos que emplea la SALEM (Sala de Emergencias) del Consejo de Seguridad Nuclear de España.
- Se mantuvo en operación el Consejo de Seguridad en Emergencias Radiológicas (CONSER), como instancia de coordinación de las instituciones nacionales que podrían estar involucradas en una eventual emergencia radiológica, como personal actuante o como asesores.

- Fueron realizadas 6 reuniones en las que, principalmente, se dio a conocer y se discutió las capacidades de las diferentes instituciones frente a una eventual ocurrencia de emergencia radiológica. Además de la CCHEN, se contó con la participación de las siguientes instituciones externas:
  - ✓ Departamento de Prevención de Riesgos Forestales y Medio Ambiente, OS 5.
  - ✓ Grupo de Operaciones Especiales, GOPE.
  - ✓ Brigada Investigadora de Delitos Contra el Medio Ambiente y Patrimonio Cultural Metropolitana y Oficina Central Nacional, INTERPOL.
  - ✓ Cuerpo de Bomberos de Santiago.
  - ✓ Agencia Nacional de Inteligencia.
  - ✓ Sistema de Atención Médica de Urgencia, SAMU.
  - ✓ Oficina Nacional de Emergencias Región Metropolitana.
  - ✓ Departamento de Salud Ocupacional y Departamento Epidemiología del MINSAL.
  - ✓ Unidades de Fiscalización y de Emergencia de la SEREMI de Salud RM.
  - ✓ Sub Dirección de Fiscalización del Servicio Nacional de Aduanas.
  - ✓ División de Seguridad Pública del Ministerio del Interior.
  - ✓ Dirección General Movilización Nacional de Ministerio de Defensa.
  - ✓ Dirección General del Territorio Marítimo y Marina Mercante.
  - ✓ Dirección General de Aeronáutica Civil.
  - ✓ Dirección Nacional de Fronteras y Límites del Ministerio Relaciones Exteriores.
- Los integrantes del Consejo fueron capacitados en los conceptos básicos y lenguaje técnico de protección radiológica lo que permitirá homologar lenguajes y conocimientos para las próximas tareas.
- En el marco del proyecto “Sistemas de Alerta Temprana” manejado por la ONEMI, a la CCHEN le ha correspondido participar como ente técnico para la definición de los protocolos de comunicación con ONEMI, en caso de emergencia radiológica. Esto busca establecer protocolos e interfaces de comunicación claros, específicos y eficaces entre las diferentes organizaciones nacionales que responden a emergencias (naturales y antrópicas), con el fin de alertar tempranamente a la población de la ocurrencia de dichas emergencias, por medios masivos como la telefonía celular. Esta actividad está en desarrollo.
- Fue realizado el “Taller Regional de Optimización de los Programas de Protección Radiológica Ocupacional en instalaciones relacionadas a la producción de radioisótopos”. Se espera que las actividades y conclusiones del taller regional contribuyan al propósito de alcanzar los resultados que se refieren a: Establecer y desarrollar un Programa Nacional para Protección Radiológica Ocupacional de acuerdo a los requerimientos de las Normas Técnicas de Seguridad (BSS) y de los lineamientos de seguridad relevantes; Mejorar el monitoreo individual y del lugar de trabajo, incluyendo la clasificación de áreas, reglas locales y el establecimiento de niveles de investigación para la protección del personal ocupacionalmente expuesto a la radiación y Promover los procesos de optimización basados en los principios ALARA (As Low As

*Reasonably Achievable*). Participaron en el taller especialistas de la región de Latinoamérica procedentes de Argentina, Brasil, Chile, Costa Rica, Cuba, Ecuador, El Salvador, México, Nicaragua, Paraguay, Perú, República Dominicana, Uruguay y Venezuela. En calidad de expertos, participaron delegados de Argentina (Ana María Castellanos), Brasil (Demerval Rodríguez) y del Organismo Internacional de Energía Atómica (Rodolfo Cruz Suárez).

- En cuanto a los Planes de Emergencia de los centros de estudios nucleares y el Plan General de Emergencias de la CCHEN, profesionales de esta área de trabajo están efectuando la revisión de los procedimientos vigentes con miras a contar con el plan establecido a mediados de 2012. En particular, surgió la necesidad de actualizar el Plan Maestro de Emergencias de la CCHEN, que abarque de manera integrada y coherente todos los procesos de preparación y respuesta a emergencias existente en la CCHEN, que sea aplicable a todas sus sedes y actúe como un ente orientador acerca de los procedimientos faltantes.

### 3. APLICACIONES NUCLEARES

#### a) Reactor Experimental Chileno N° 1

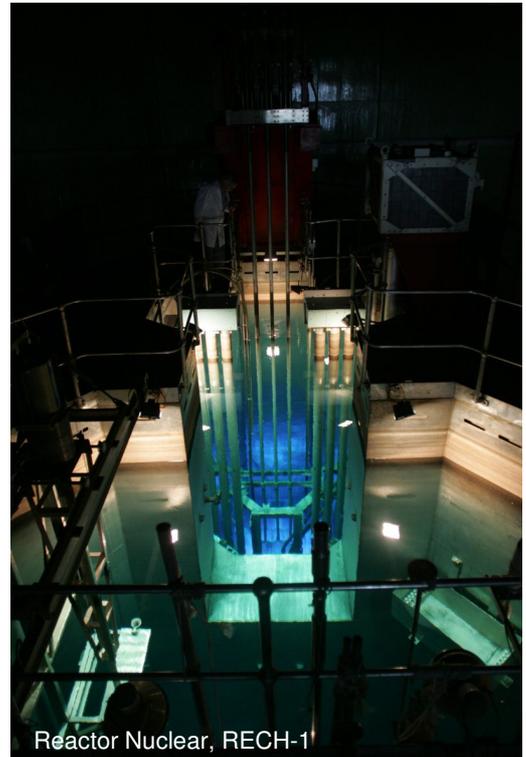
Durante 2011, en el reactor RECH-1 se realizaron 53 ciclos de operación, que generaron 4.863 MWh, lo que representa un consumo aproximado de 253 gramos de Uranio 235.

Los siguientes son los servicios que proveyó el RECH:

- Para el Servicio Nacional de Geología y Minería, irradiación de 12 conjuntos de muestras geológicas.
- Para el Laboratorio de Producción de Radioisótopos y Radiofármacos de la CCHEN, 530 blancos, la mayoría de ellos con el propósito de producir Tecnecio 99m y Yodo 131. También se irradió blancos para producir otros radioisótopos que, igualmente, son empleados en medicina tales como: Samario, Iridio, Cobre y Fósforo.
- Para el Laboratorio de Trazadores de la CCHEN, se irradió una diversidad de materiales blancos que fueron utilizados como trazadores en estudios para la industria y la minería.
- Para el Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica de la CCHEN fueron irradiadas 35 cápsulas en los cestos de irradiación, 36 en el tubo seco y 230 por el sistema neumático.

En otros aspectos se destaca:

- Realización de pruebas programadas de medición de gap hidráulico, sipping e inspección visual, al elemento experimental LR EX 01 que a junio 2011 alcanzó un quemado del orden de 12,8%.



- Se recibió 2 nuevos elementos combustibles de bajo enriquecimiento en Uranio 235 (< 20%), fabricados por la Planta de Fabricación de Elementos Combustibles de la CCHEN.
- Fueron atendidas más de 2.100 personas en calidad de visitas guiadas, conformando alrededor de 120 grupos provenientes de colegios, universidades, organismos del estado, municipalidades, juntas de vecinos, etc.

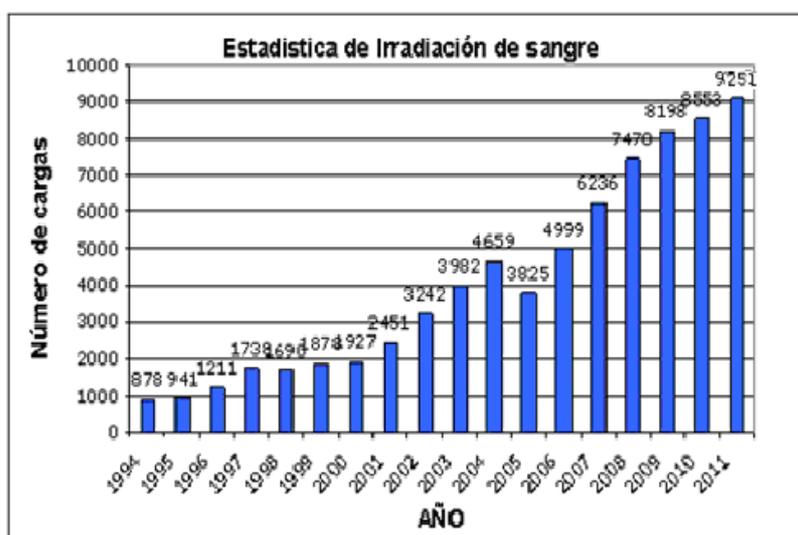
## b) Salud y Alimentos

En esta área se encuentran en desarrollo los siguientes proyectos de investigación:

- *“Obtención de haploides por medio de irradiación para la obtención de orquídeas en el sur de Chile”* en conjunto con el Instituto de Ciencia y Tecnología de Puerto Montt, Universidad Arturo Prat.
- *Estudios sobre el efecto de la irradiación en la formación de películas comestibles con adición de agentes antimicrobianos naturales para la preservación de berries*, en conjunto con el Departamento de Ciencia y Tecnología de los Alimentos de la Facultad Tecnológica de la Universidad de Santiago de Chile. El resultado indica que la irradiación favorece el entrecruzamiento de las cadenas poliméricas, otorgando una barrera superficial efectiva frente a los procesos de deterioro, lo que lleva a prolongar la vida útil de estos frutos.
- *“Creación de la primera variedad ornamental y frutal chilena por medio de la biotecnología vegetal y mutagénesis inducida por radiación gama”*, en conjunto con INNOVA Biobío. Los principales logros son el haber establecido la dosis de irradiación óptima (12 a 14 Gy), que ha permitido observar cambios fenológicos y una mayor tasa mutagénica.
- Adicionalmente, fue realizada una investigación respecto a los efectos y beneficios de la irradiación en relación a la preservación, cambios físicos, químicos y organolépticos de cebollines frescos.
- En el contexto de un proyecto del programa Arreglos Regionales para la Ciencia y Tecnología Nucleares, ARCAL, fue organizado y efectuado en Chile el curso *“Presentación del Código de Prácticas para la irradiación de Tejidos Biológicos. Validación de los procesos”*. Participaron 29 profesionales extranjeros y nacionales. Entre estos últimos, algunos representantes de los hospitales que conforman el banco unificado de sangre y tejidos y del Ministerio de Salud.
- En cuanto al servicio de irradiación de sangre y hemoderivados, fueron irradiadas 9.251 cargas de productos sanguíneos (glóbulos, plaquetas y concentrados plaquetarios), equivalentes a 23.403 litros que constituyen 58.505 unidades, provenientes de 27 hospitales y clínicas de Santiago.



- El sistema de irradiación de sangre de la CCHEN fue incorporado al nuevo Banco Unificado de Sangre, formado recientemente por el Ministerio de Salud. La CCHEN es la única entidad en el país que tiene validado el proceso de irradiación de sangre.



- También, se procesó e irradió 2 pieles humanas, 4 cabezas femorales y 28 pieles porcinas; asimismo, fueron irradiadas 7 calotas de hueso humano para reimplante. Además, se dio servicio de irradiación y aseguramiento de esterilidad para tejidos biológicos.

Productos Irradiados	%
Sangre y hemocomponentes	57.8
Tejidos Biológicos	10.5
Gusanos de Tebo	8.1
Implantes	5.0
Materiales de Laboratorios Químicos	4.7
Varios	13.9
Total	100,0

- En otro aspecto, fueron realizados estudios sobre el nivel de conocimiento y aceptación de la irradiación de alimentos, encontrándose que un alto porcentaje de los encuestados (76,5%) no conoce los beneficios de la irradiación de alimentos y un 91% afirmó que si supiera que la irradiación es inofensiva, consumiría los alimentos.

### c) Agricultura

En esta área los hitos son los siguientes:

- Participación en la Ronda Internacional de Análisis Vegetal en Nitrógeno Total y Nitrógeno 15, organizado por la WEPAL-IPE 2011.2 (Wageningen, Holanda), con la colaboración de la Unidad de Ciencias del Suelo de los Laboratorios de Biotecnología y

Agricultura de la FAO/OIEA. Los resultados de dicha ronda permiten mantener la calidad de Centro Designado ARCAL.

- Participación en la prueba mundial de aptitud IAEA-TEL-2011-03 en determinación de radionúclidos naturales y artificiales en muestras de suelo y agua, en el marco de una serie de pruebas de aptitud organizadas por el Laboratorio Ambiental Terrestre bajo el Programa Ambiental del OIEA.
- Participación en el Primer Encuentro de Laboratorios de Suelos de Chile, organizado por la Comisión de Normalización de Técnicas y Acreditación de Laboratorios (CNA), realizado en la Universidad Austral de Chile (UACH).
- Durante el año fue desarrollada una tesis de grado de la carrera Químico Ambiental de la Universidad de Chile “Determinación de curvas de adsorción de plaguicidas en suelos, utilizando técnicas isotópicas”.

#### d) **Industria y Medioambiente**

En aplicaciones a la industria los hitos son:

- Ejecución de las actividades del segundo año del proyecto FONDECYT 1100854 “Modelling of Flotation Circuits for Plant Operational Analysis”, junto al Departamento de Procesos Químicos de la Universidad Técnica Federico Santa María y la División El Teniente de CODELCO. La CCHEN participa realizando las experiencias de trazado para la obtención de las distribuciones de tiempo de residencia en circuitos de flotación de cobre con celdas de gran tamaño, el tiempo medio de residencia en la espuma de líquidos y sólidos flotables y no flotables, determinación del régimen de mezclado en celdas individuales y bancos de celdas y, el tiempo de mezclado y recirculación interna de pulpas en grandes celdas industriales autoaspiradas.
- Fueron realizadas prestaciones de servicios de Aplicación de Trazadores y de Técnicas Nucleares a empresas mineras e industriales, entre las que se cuentan la Compañía Minera Los Pelambres, la Compañía Minera Teck Carmen de Andacollo, el Centro de Ecología Aplicada y la empresa Montajes RM que realizó un trabajo para la Refinería Bío-Bío.

#### e) **Metrología Química**

En el área de metrología se tiene los siguientes hitos:

- Fue efectuada la reunión final del Proyecto ARCAL RLA/1/010 “Aplicación de técnicas analíticas nucleares y trazadores en la evaluación de la calidad del agua y el transporte de metales en cuerpos de aguas superficiales en Latinoamérica”. En el proyecto participaron, además de la CCHEN, la Dirección General de Aguas y la Universidad Católica del Norte, ambas como segundas contrapartes de Chile. Los logros del proyecto se resumen en:
  - ✓ Publicación de tres libros; “Propuesta de un índice de calidad de agua para la Región Latinoamericana y El Caribe”; “Manual de Gestión de Información Ambiental” y “Manual de protocolos armonizados y evaluados para la toma de muestras y el análisis de agua y sedimentos para la Región Latinoamericana y El Caribe”
  - ✓ Chile se benefició al aplicar los índices de calidad de agua en un sector de la cuenca del río Loa.



- ✓ Diseño y coordinación de dos ensayos de aptitud para los laboratorios participantes del proyecto en muestras de aguas y sedimentos.
- La participación en el Proyecto IAEA CHI/7/012 *“Desarrollo de nuevas metodologías para la cuantificación de especies inorgánicas y metiladas de arsénico y plomo plasmático como indicadores biológicos de la exposición ocupacional y ambiental”* implicó poner a punto y validar la metodología para la determinación de 5 especies de arsénico mediante HPLC combinado con ICP-MS, en muestras de orina humana.
- En cuanto al Proyecto ARCAL RLA/2/014 *“Preparación y caracterización de materiales de referencia secundarios utilizando técnicas analíticas nucleares y relacionadas”*, se finalizó la preparación física de dos candidatos de materiales de referencias de tejidos biológicos marinos. Durante el 2012 se realizarán los estudios de homogenización, estabilidad y caracterización química de esos materiales.
- El Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica obtuvo la renovación de la acreditación por parte del Instituto Nacional de Normalización, según Norma NCh ISO 17025.Of2005.
- Se participó en el ejercicio de ínter comparación IAEA-457, para la determinación de elementos trazas en sedimento, organizado por el Organismo Internacional de Energía Atómica.
- Se prestó apoyo especializado a otras unidades de la CCHEN según el siguiente detalle:
  - ✓ Servicio analítico por ICPMS (Inductively Coupled Plasm Mass Spectrometry) al Departamento de Materiales Nucleares para Determinación de razones isotópicas de Uranio-234, Uranio-235 y Uranio-238 y Determinación de Estaño en soluciones de alta concentración de Uranio.
  - ✓ Colaboración con servicio analítico al Proyecto ARCAL RLA/5/054 *“Programa Regional de Biomonitorio de Elementos Químicos y Compuestos Orgánicos Persistente en Moluscos y Peces para establecer su inocuidad alimentaria en Latinoamérica y El Caribe”*.
  - ✓ Colaboración en el Proyecto Coordinado de Investigación N° 14370 *“Validación y evaluación de radio trazadores para aplicaciones industriales, basados en generadores de radioisótopos”*.
  - ✓ Servicio analítico por ICPMS a instituciones externas en muestras de sedimentos y microorganismos marinos; en tejidos biológicos de origen marino y en soluciones de proceso de separación de algunas tierras raras a diversos usuarios tales como Instituto Nacional de Tecnología de los Alimentos, Instituto de Fomento Pesquero, Universidad de Chile, BITECMA, Fundación Chile, etc.
  - ✓ Servicios de liofilización y molienda en variados tipos de muestras tales como: extracto de maqui, sedimentos marinos, microorganismos marinos y órganos de peces.
  - ✓ Análisis de 1.200 muestras de minerales provenientes de CODELCO, bajo el Convenio CCHEN-CODELCO: Recuperación de Uranio en Minerales de Codelco Norte.

- ✓ Determinación analítica de 7.543 con las técnicas de análisis por activación neutrónica y espectrometría gamma, lo que implica un aumento de un 22 % respecto del año 2010.



#### f) Desarrollos Innovativos

En esta actividad los hitos son:

- Obtención de importantes avances en el desarrollo de la Gamma cámara para aplicaciones en animales pequeños y con posibles proyecciones en humanos y en seguridad radiológica.
- Fue completado un sistema de Espectrometría Alfa para control de calidad de emisores alfa, en el producto del proceso de obtención de Molibdeno-99 de fisión, lo cual incluyó la puesta a punto de sistemas de medición e implementación de software de diseño propio. Estos software fueron diseñados en una plataforma Mathcad 5.0 y corresponden a las siguientes aplicaciones:
  - ✓ Cálculo de eficiencia para fuentes Alfa circulares planas y cercanas al detector de Silicio.
  - ✓ Cálculos de MDA (actividad mínima detectable) para medición de trazas de contaminación de emisores Alfa.
  - ✓ Modelamiento tipo Montecarlo para estudiar formas de pico en espectros Alfa. En específico, se estudió como influye en estas formas de pico, la geometría de la medición (distancias y diámetros de fuente y detector).

#### g) Isótopos Ambientales

En isótopos ambientales se destacan los siguientes hitos:

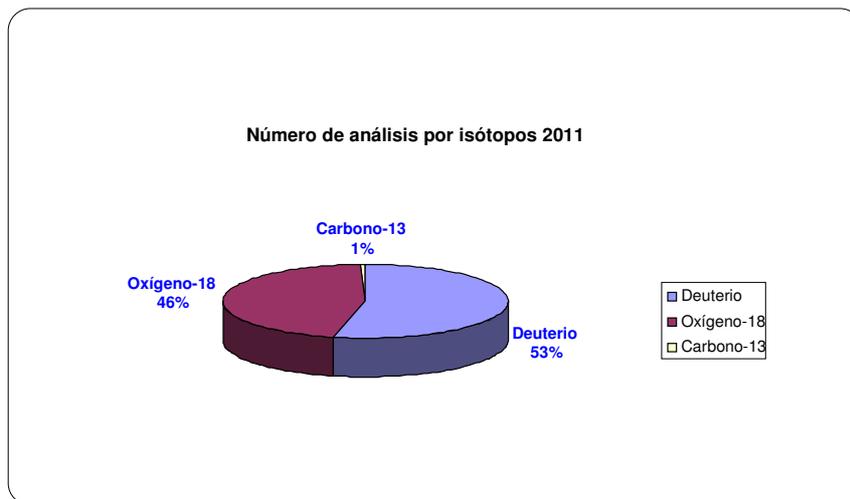
- Participación en el Proyecto de Cooperación Técnica CHI 8/029 "Evaluación del Recurso Hídrico en Cuencas Áridas del Norte de Chile Usando Técnicas Hidrogeoquímicas para un Manejo Sustentable del Recurso", para el cual se han implementado convenios con las Universidades de La Serena y Pontificia Universidad Católica de Chile. En este proyecto se realizan dos estudios en diferentes zonas del país (I y IV regiones): en la

zona Norte que es una zona árida donde el recurso agua se ha visto vulnerado por el aumento de la demanda hídrica por la actividad minera, y en el Norte Chico, donde el recurso es escaso y se ha visto disminuido por aumento de actividad agrícola. En este último caso, la información generada tiene como objetivo el diseño de un modelo hidrogeológico conceptual, no existente en la zona, para ser difundido y gestionado entre las autoridades y organismos gubernamentales relacionados con el recurso hídrico.

- Colaboración en los siguientes proyectos sustentados por FONDECYT:
  - ✓ *“Interacciones de superficie en aguas poco profundas de agua subterránea en la cuenca agrícola y semiárida del Centro Norte de Chile. Evaluación sobre la base de trazadores ambientales”*, con la Universidad de La Serena y cuyo objetivo principal es conocer la conectividad de agua superficial y subterránea, aplicando varios indicadores y criterios tales como configuración río-acuífero, datos químicos, isotópicos y radiactivos. Fue entregado el primer informe de análisis de los primeros puntos seleccionados de aguas superficiales y aguas subterráneas.
  - ✓ *“Disponibilidad de Agua en una Cuenca Andina ubicada en el Chile Central: Vulnerabilidad bajo variabilidad del clima”*, con la Universidad de Concepción. Este proyecto está emplazado en la zona andina de la ciudad de Chillán y su objetivo principal es diseñar un modelo para un buen manejo del recurso hídrico de la zona donde hay alta demanda para uso agrícola y turístico; se requiere estudiar la disponibilidad del recurso en los meses estivales. Fue entregado el informe de análisis isotópico en aguas superficiales de los primeros puntos seleccionados.
- Se continúa trabajando en el Programa GNP (Global Network for Isotopes Precipitation). Durante 2011 fue elaborado y enviado al OIEA el informe técnico con los datos isotópicos de contenido de Deuterio y Oxígeno-18 en lluvias correspondientes al año 2010, de las Estaciones Meteorológicas de Chile de: Quinta Normal Santiago, Isla de Pascua, La Serena, Puerto Montt y Punta Arenas, en el marco de la actividad Monitoreo de Precipitaciones para el GNIP, establecido con el Organismo Internacional de Energía Atómica y la Organización Meteorológica Mundial. El programa GNIP tiene como objetivo principal la recopilación de datos isotópicos de precipitación en todo el mundo, para uso en estudios hidrogeológicos, oceanografía e investigaciones relacionadas con el ciclo del agua e investigaciones de cambio climático y calentamiento global.
- Fue elaborado el informe técnico de datos de contenido de Deuterio y Oxígeno-18 en lluvias correspondiente al año 2010 y enviado para los registros del Anuario de Estadísticas Medioambientales del Instituto Nacional de Estadísticas (INE).
- Participación en una ronda de Comparación Inter Laboratorio (WICO2011) para la medición de los isótopos de Deuterio y Oxígeno-18, organizada por Sección de Hidrología del OIEA, en la que participaron aproximadamente 140 Laboratorios de todo el mundo.
- Participación en un Ensayo de Aptitud (IAEA-TEL-2011) organizado por Terrestrial Environmental Laboratory del OIEA para los mismos isótopos. Los resultados preliminares de WICO 2011 indican resultados dentro de los rangos aceptables.
- Realización de análisis isotópicos, tanto por convenios como por servicios solicitados, a Universidades, Instituciones del Estado, empresas nacionales e internacionales del área

minera, industrial, geotermia, etc. elaborando 30 informes técnicos cuya distribución en isótopos se muestra en la figura siguiente.

- De acuerdo a las solicitudes de análisis por servicios se registró una baja respecto al año anterior; sin embargo, se destaca la recepción de solicitudes por parte de usuarios nuevos y la preferencia por parte de países de la región.



#### 4. MATERIALES NUCLEARES

En esta área se ha continuado impulsando el desarrollo de actividades en forma más intensiva en relación a la minería y metalurgia del uranio en el país, incluyendo procesos hidrometalúrgicos y de análisis químico elemental, junto a otras etapas de la parte frontal del ciclo de combustible de reactores experimentales como: conversión de uranio enriquecido y fabricación de combustible en base a uranio de bajo enriquecimiento.

## a) Geología y Minería

De los resultados obtenidos en 2011 se destacan los siguientes:

- Tratamiento de 2.587 m<sup>3</sup> de PLS (Pregnant Leaching Solution), en la planta piloto instalada en las faenas de Radomiro Tomic, los que posteriormente fueron retornados a la operación industrial, dado que la técnica permite recuperar el Molibdeno y el Uranio sin alterar el resto de los componentes de la solución.
- Presentación de exposiciones de parte del responsable CCHEN del Proyecto, ante la gerencia de la División Radomiro Tomic para presentar avances de los resultados obtenidos. Además, fueron desarrolladas reuniones técnicas periódicas con la contraparte lo que dio lugar a discusiones e incorporación de mejoras en los procesos aplicados. La metodología en desarrollo permitió obtener concentrados de Molibdeno y Uranio. Las conclusiones de este proyecto son:
  - ✓ Demostración de la factibilidad técnica de recuperar Molibdeno y Uranio desde las soluciones ácidas de RT con la metodología propuesta, logrando desarrollar el know-how de la obtención de concentrado de Molibdeno como CaMoO<sub>4</sub> y de Uranio como (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>U<sub>2</sub>O<sub>7</sub>. Esto permitiría escalar el proceso a un nivel de producción mayor, adicionando valor agregado a la producción de cátodos de cobre.
  - ✓ El desarrollo del proyecto permitió a los profesionales del área de Geología y Minería de la CCHEN, crecer en conocimientos y experiencia en el proceso de obtención, a nivel piloto, de Yellow-Cake y Molibdato de Calcio. La aplicación de la normativa de calidad acorde a los requerimientos de CODELCO y el correcto cumplimiento de la normativa exigida por la autoridad radiológica, así como es desarrollo de un proyecto conjunto con una empresa reconocida mundialmente, posiciona a la Comisión en un lugar destacado.

## b) Combustibles Nucleares

En esta área de investigación y desarrollo destacan los siguientes hitos:

- Fabricación de 2 nuevos elementos combustibles para el Reactor RECH-1. El proceso incluyó: fabricación y caracterización de polvos de Siliciuro de Uranio (U<sub>3</sub>Si<sub>2</sub>) a partir del uranio metálico de bajo enriquecimiento suministrado por el Laboratorio de Conversión; fabricación e inspección de 28 placas combustibles; ensamblado e inspección de 2 elementos combustibles; envasado, entrega, embalaje y despacho de los elementos combustibles desde la Planta hacia dependencias del Reactor RECH-1.



Fabricación de Elementos Combustibles

- Fabricación de miniplacas Uranio Molibdeno, (U-Mo), tipo disperso, con polvos de Uranio-Molibdeno (U-Mo), elaboradas por hidruración y envío de ellas al Advanced Test

Reactor, ATR, del Laboratorio Nacional de Idaho, en EE.UU. para pruebas de irradiación.

- Desarrollo de la metodología de atomización centrífuga por electrodo rotatorio para producción de polvos de aleaciones U-Mo. Se determinó la mayoría de las variables y parámetros que controlan las características de los polvos y se fabricó cantidad suficiente de polvo para continuar con la siguiente fase de desarrollo de miniplacas combustibles tipo disperso.
- Acuerdo de colaboración entre la CCHEN y el Korea Atomic Energy Research Institute, KAERI, específicamente con la División de Combustibles para Reactores de Investigación, mediante el cual se desarrollará combustibles MTR basados en aleaciones U-Mo. Este acuerdo contempla la realización conjunta de actividades de fabricación y caracterización de miniplacas U-Mo, utilizando polvos atomizados en ambos Institutos, inspección y caracterización de miniplacas, pruebas de irradiación en el reactor avanzado HANARO y ensayos post irradiación en las celdas calientes de dicho Instituto, localizado en la Ciudad de Daejeon, Corea.
- Seguimiento del comportamiento bajo irradiación del elemento combustible experimental denominado *Combustible Denso*, para alcanzar la calificación bajo irradiación, del elemento combustible, su proceso de manufactura y el sistema de control y aseguramiento de calidad aplicado para su fabricación en la PEC. A diciembre del 2011 el comportamiento ha sido de acuerdo a lo esperado y el nivel estimado de quemado de U-235 es aún muy moderado.
- Fabricación de 626 cápsulas para irradiación de materiales para los clientes internos Sección Producción de Radioisótopos y Radiofármacos y Sección Industria y Medio Ambiente.
- Desarme de un prototipo de blanco, previamente ensamblado con lámina de uranio LEU, a fin de inspeccionar el estado de esta lámina luego de los procesos de armado y soldadura del blanco. Además de esta inspección, con esta operación se obtuvo información para optimizar las dimensiones de la lámina de uranio y el ensamblado del blanco propiamente tal. También, se lograron avances en la documentación para licenciamiento de este proceso.
- Avances en el desarrollo de recubrimientos electrolíticos de níquel sobre láminas de uranio metálico para su utilización en blancos para producción de Molibdeno de fisión.
- Realización de experiencias que condujeron al desarrollo de los procesos de recuperación de uranio desde diversos residuos de fabricación de combustibles y de conversión de  $UF_6$  a U metal.
- Obtención de la Autorización de Operación para tratar a nivel piloto las escorias de magnesioterapia y el sobrenadante de la precipitación de  $UF_4$ . Así, la CCHEN dispone de un proceso de recuperación de uranio LEU desde escorias de magnesioterapias que cumple con requisitos de seguridad nuclear e industrial.
- En dicha instalación fueron procesados 34.065 g de escoria en 9 operaciones de lixiviación en caliente obteniéndose 5.349 g de Uranio en la forma de una solución de nitrato de uranilo con un rendimiento global de 97%.
- Desarrollo, a nivel laboratorio, de un proceso optimizado para la disolución del aluminio de las placas y compactos seguido de la disolución del  $U_3Si_2$  liberado de las placas a

nitrate de uranilo. Esta investigación dio origen a la publicación “Desarrollo de un Proceso Alternativo de Recuperación de Uranio desde Placas Rechazadas en la Fabricación de Elementos Combustibles Tipo MTR”, memoria para optar al título de Ingeniero de Ejecución en Metalurgia de la Universidad de Santiago de Chile.

- Recuperación de 13,78 litros de solución de nitrate de uranilo con una concentración de Uranio de 38 g/l, equivalente a 523,64 g de U desde el Scrap contenido en crisoles utilizados en la síntesis de  $U_3Si_2$ .
- Finalización del diseño, fabricación, montaje y puesta en servicio del equipo concentrador por evaporación de la solución sobrenadante y la documentación necesaria para la obtención de la Autorización de Operación de este proceso. Hasta diciembre de 2011 se redujo el volumen inicial de 1.320 a 400 lt con un rendimiento de evaporación de 60 lt /semana aumentando la concentración de uranio de 540 a 1.782 mgU/lt. Esta actividad continuará durante el primer trimestre de 2012.

### c) Caracterización de Materiales

En este quehacer se destacan los siguientes resultados:

- Diseño y fabricación de una celda electroquímica para realizar estudios de impedancia electroquímica de muestras sometidas a radiación, en una solución que simula aguas subterráneas de un repositorio nuclear sueco, como parte del Proyecto “Uso del Cobre como Contenedor de Desechos Radiactivos de Alta Actividad”.
- Determinación de la cantidad de Sílice Libre Cristalina en muestras de Calidad de Aire provenientes de la Provincia de Palena, principalmente de las localidades afectadas por la erupción de los volcanes Chaitén y Puyehue, en conjunto con la Secretaría Regional Ministerial de Salud de la Región de Los Lagos, como parte del trabajo que esta autoridad ha tenido que enfrentar por esta emergencia nacional.
- En el área de servicios, el Laboratorio de Caracterización de Materiales trabajó sobre 734 muestras, que dieron origen a 6.022 análisis que se distribuyen en las siguientes técnicas: Análisis Térmico, Análisis de Tritio, Porosimetría de Mercurio, Difracción de Rayos X, Picnometría, Tamaño de Partículas y Sílice Respirable.
- En el Laboratorio de Análisis Químico fueron analizadas 14.346 muestras, que dieron origen a 17.096 determinaciones.

## 5. PRODUCCIÓN Y SERVICIOS

### a) Producción de Radioisótopos y Radiofármacos

Los hitos de esta actividad, son los siguientes:

- Fabricación de 3.929 pedidos por un total de 990 Ci. De esta actividad el 90,0% correspondió a  $^{99m}Tc$ , 9,4% a  $^{131}I$  y el 0,6% restante, a otros radioisótopos.

### Fabricación y entrega de radioisótopos 2011

Radioisótopo	Actividad (mCi)	N° de pedidos
<sup>99m</sup> Tc	895.000	2.992
<sup>131</sup> I	93.000	900
<sup>153</sup> Sm	1.902	17
<sup>92</sup> Ir	257	6
<sup>32</sup> P	50	10
<sup>86</sup> Ru	4	4
	990.213	3.929

Juegos de reactivos (kits) suministrados en 65 partidas	
Producto	N° kits
MDP	379
MIBI	172
DMSA	124
Coloide-S	19
DTPA	29
ECD	66
GR IN VIVO	30
FITATO	11
DISIDA	1

Suministro de radiofármacos 2011		
Molécula marcada	Actividad (mCi)	N° de pedidos
<sup>153</sup> Sm-EDTMP	1.901,7	17
<sup>131</sup> I-MIBG	15,8	11
	1.917,5	28

#### b) Otras actividades relevantes

- Mejoramiento de la infraestructura, equipamiento y habilitación de instalaciones de respaldo para la producción de radioisótopos para cumplir estándares de producción con el nivel de las exigencias reglamentarias actuales, para producir radioisótopos y radiofármacos de uso médico.
- Implementación del nuevo Laboratorio de Liofilizados con las áreas certificadas según tipo de aire. Se concluyó el equipamiento y habilitación quedando en pleno funcionamiento a partir del segundo semestre de 2011.
- Recuperación y acondicionamiento del Laboratorio de Radioquímica del CEN Lo Aguirre con la finalidad de dejarlo totalmente operativo para la producción de <sup>99m</sup>Tc y <sup>131</sup>I. Lo anterior, implicó la reestructuración de celdas de producción y fraccionamiento, cambio de sistemas de filtros, habilitación de bodegas para desechos radiactivos, rediseño de sistemas de carga y descarga de blancos irradiados, creación de una zona para embalaje y despacho, inversión en equipamiento para control y monitoreo radiológico, y la preparación de la documentación para obtener las licencias de operación y transporte.

**c) Producción de 18F-FDG de Ciclotrón**

En este ámbito destacan los siguientes hitos:

- Producción de 90.000 mCi equivalentes a 2.156 dosis de <sup>18</sup>F-FDG.
- Elaboración de proyecto para mejorar la seguridad del Personal Ocupacionalmente Expuesto, el público y el medio ambiente. El proyecto incluye las actividades necesarias a realizar para dar cumplimiento a los requisitos de ventilación, de seguridad radiológica y operaciones del Laboratorio Ciclotrón.
- Adquisición de Monitor FHD 315 para monitorear y controlar las emisiones producidas en el Ciclotrón. Con este equipo se controlará las emisiones del sistema de extracción del Ciclotrón, de la Celda de Producción de 18F-FDG y del Laboratorio limpio.
- Creación de zona para vestimenta para el personal que ingresa al Laboratorio, como parte de la implementación del Laboratorio limpio e inicio de los trabajos de diseño y blindaje de la línea de transferencia de agua irradiada, desde el Ciclotrón al Laboratorio.

**d) Control de Calidad de Radioisótopos y Radiofármacos**

En este proceso fueron alcanzados los siguientes hitos:

**Prestaciones año 2011**

Cliente	Cantidad de análisis
Sección Producción de Radioisótopos y Radiofármacos (radionucleidos)	336
Sección Producción de Radioisótopos y Radiofármacos (radiofármacos)	135
Sección Ciclotrón	220
Total	691

- Fue elaborado el Manual de la Calidad para las Normas ISO 9001:2008 e ISO 17025/2005.
- Validación de los análisis de endotoxinas para 13 matrices diferentes, de acuerdo al Plan Maestro de Validación. Las matrices comprenden productos liofilizados, soluciones portadoras y radiofármacos.
- Calificación, conforme a los requisitos de la industria farmacéutica, para los siguientes equipos de proceso: Gabinete de Bioseguridad, Baño Termostático Kotterman, Baño Termostático Memmert, Estufa Universal Memmert, Equipo Endosafe.

**e) Irradiación**

En la PIM, los resultados destacables son:

- La Planta de Irradiación Multipropósito, PIM, operó 8.213 horas, lo que permitió esterilizar 663 m<sup>3</sup> de material de uso médico y afines; procesar 1.477 toneladas de alimentos y

tratar 191 toneladas de materias primas para la industria de alimentos, farmacéutica y de cosméticos.

- La Planta mantuvo su certificación ISO 9001:2008 otorgada por la empresa certificadora Bureau Veritas, luego de una auditoría de seguimiento.
- La actividad de la fuente de la planta fue aumentada en 104.973 Curies de Cobalto. Con esta recarga la planta quedó con una actividad de 350.000 Curies, aumentando su capacidad de servicios en, aproximadamente, un 40%.

#### f) **Dosimetría Personal**

En este quehacer se alcanzó los siguientes hitos:

- Fue efectuada la medición de 25.000 dosímetros correspondientes a trabajadores de 480 clientes externos del área médica e industrial, además de los correspondientes a los funcionarios de la CCHEN que requieren este control.
- Fue iniciado un proceso de modernización para la generación y envío de informes dosimétricos, incorporando la firma electrónica avanzada y envío de enlaces a informes por correo electrónico. De esta manera se ha reducido el tiempo de respuesta y se ofrece mayores facilidades para el acceso y respaldo de esta información por parte de los clientes.
- Al laboratorio fue incorporado personal joven para la producción de dosímetros y nuevos profesionales para el desarrollo y mejora de técnicas al interior de la sección, lo que ha contribuido a mejorar la periodicidad en el envío de dosímetros y reducción de los tiempos de respuesta para la generación de informes.
- Fue iniciado el proceso de acreditación bajo la norma internacional ISO 17.025. El servicio ha sido sometido a auditoría interna, cuyas observaciones se espera resolver durante 2012.
- Fue incorporada al laboratorio una máquina automática de lectura de tarjetas porta cristales termoluminiscentes, que permite reducir los tiempos de procesamiento de estos elementos.
- Se dio inicio a una evaluación tendiente a eliminar, paulatinamente, las películas radiográficas como dosímetros, atendiendo a la coyuntura internacional de falta de fabricantes de estos últimos elementos.

#### 6. **PLASMAS TERMONUCLEARES**

El Departamento de Plasmas Termonucleares alcanzó los siguientes hitos:

- Fue concretada la firma de un Convenio Marco con el Departamento de Ciencias Físicas de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional Andrés Bello. El objetivo es difundir el conocimiento científico en el área de la física experimental, realizar investigaciones e incentivar y promover la formación de capital humano con competencias en áreas afines a las desarrolladas en el DPTN-CCHEN, entre otros.
- Durante el mes de agosto de 2011 los estudiantes de ingeniería de la École Polytechnique Bruno Rigal y Edouard Ribes realizaron una pasantía en el DPTN como parte del programa regular de pasantías de verano que posee dicha escuela. La École Polytechnique es una escuela de Ingenieros francesa fundada en 1794 bajo el nombre de Escuela Central de Trabajos Públicos. Posee el status de establecimiento público de



enseñanza y de investigación, y depende del Ministerio de Defensa. Esta institución posee gran prestigio y es sinónimo de excelencia.

- El investigador Dr. Ariel Tarifeño obtuvo una Beca CONICYT para realizar una pasantía, durante el segundo semestre del 2012, en el IFIC Instituto de Física Corpuscular de España en uso de GEANT4 aplicado a la fisión y fusión nuclear.
- El investigador del DPTN Dr. José Moreno Martínez, se adjudicó el Proyecto Fondecyt Regular N° 1120801 denominado "Experimental study of radiations and charged particle beams using low and very low energy plasma focus devices". El proyecto comenzará su ejecución en marzo de 2012.
- En una alianza estratégica entre los investigadores chilenos Leopoldo Soto y José Moreno (CCHEN), Gonzalo Gutiérrez (Universidad de Chile), Julio Vergara (P. Universidad Católica de Chile), y los argentinos Alejandro Clausse (CNEA-PLADEMA) y Horacio Bruzzone (Universidad de Mar del Plata), se adjudicaron el Proyecto Bilateral Chile-Argentina (CONICYT-ANICYT) en Energía: "Simbiosis Fusión-fisión: Conceptos Innovativos para Energía Nuclear".
- En cuanto a los Proyectos Coordinados de Investigación del OIEA, fue adjudicado el proyecto 'Investigations of Materials Under Intense Fusion-relevant Pulses using Plasma Focus Devices of Different Stored Energy and Repetition Rate' cuyo investigador principal es el Dr. Leopoldo Soto (CCHEN) y los coinvestigadores Gonzalo Gutiérrez (Universidad de Chile), Esteban Ramos (P. Universidad Católica), Cristian Pavéz y Ariel Tarifeño (CCHEN).
- Al alero del Programa de Atracción e Inserción de Capital Humano Avanzado (PAI), de CONICYT, a partir del 1 de diciembre de 2011 se incorpora al DPTN el investigador Gonzalo Avaria para desarrollar el proyecto "Espectroscopia en Plasmas Densos Transientes" dando inicio al desarrollo de la línea de espectroscopía de plasmas en la CCHEN.

## 7. GESTIÓN DE LA CALIDAD

La gestión de la calidad al interior de la institución alcanzó los siguientes logros:

- Fue elaborado y ejecutado el programa de auditorías internas. Fueron efectuadas 13 auditorías a procesos certificados bajo norma ISO 9001.
- Las 70 no conformidades detectadas en las auditorías, de las cuales 69 fueron resueltas, contribuyendo así a la mejora de los procesos.
- El organismo de certificación externo BVQI realizó una auditoría de seguimiento al Sistema de Gestión de Calidad, no encontrando ninguna no conformidad.
- Adicionalmente, fueron efectuadas 3 auditorías externas, bajo el estándar ISO 17025, a los laboratorios acreditados, los que mantuvieron la acreditación otorgada.
- La CCHEN mantuvo las certificaciones ISO 9001/2008 y la Acreditación ISO 17025 en 3 Laboratorios: Análisis por Activación Neutrónica, Metrología de Radiaciones Ionizantes y Vigilancia Radiológica.
- Los Programas de Auditorías Internas y Externas fueron cumplidos en un 100 %.
- Fue llevada a cabo la medición de la satisfacción de clientes externos e internos en servicios de la CCHEN cuyos resultados arrojaron que, en una escala de 1 a 7, el atributo "satisfacción en general" alcanzó un promedio de 5.67.

- En el periodo fue generada una nueva versión del Mapa de Procesos que da cuenta de una mirada transversal de los procesos de la CCHEN, identificando los procesos operativos y sus interrelaciones.

## 8. PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE GESTIÓN

Los siguientes son los hitos de esta área de trabajo:

- Elaboración del Balance de la Gestión Integral 2011 (BGI), que consolida los resultados anuales de la gestión institucional siendo enviado a la Dirección de Presupuestos, DIPRES, del Ministerio de Hacienda y entregado a los responsables de Transparencia Activa de la institución, para su publicación en el sitio web.
- Fue elaborado el Convenio de Desempeño Colectivo de los funcionarios de la CCHEN para el año 2012, suscrito con el Ministro de Energía.
- Fue elaborado el Convenio de Desempeño suscrito entre el Director Ejecutivo de la institución y el Ministerio de Energía.
- Se cumplió la función de contraparte de la Programa de Mejoramiento de la Gestión Pública, PMG 2012, y fueron entregados a DIPRES los reportes respectivos.
- Fue realizado un Estudio de Costos de Productos y Servicios de la CCHEN.
- Trimestralmente, fueron elaborados los informes de control de la gestión con la información de avances y resultados y entregados al jefe superior del servicio a objeto de facilitar la toma de decisiones y la realización de los ajustes necesarios.

## 9. DIFUSIÓN Y EXTENSIÓN

Las actividades de difusión y extensión se pueden resumir en la siguiente tabla de estadística:

Actividad	Nº actividades	Nº personas
Visitas guiadas Centros de Estudios Nucleares La Reina y Lo Aguirre	116	2.110
Charlas y conferencias	10	1.000
Exposición itinerante	2	850
Cursos de Protección Radiológica Operacional	12	205
Talleres de Protección Radiológica	2	33
Seminarios de Protección Radiológica a PDI, Carabineros y Bomberos	3	98
Cátedras de Protección Radiológica a los alumnos de Licenciatura en Tecnología Médica de las Universidades de Chile, Valparaíso, Mayor de Santiago y Temuco,	4	81
Cátedra de Protección Radiológica en el Magíster en Física Médica, Universidad de la Frontera, Temuco.	1	3

Curso sobre Aplicaciones Nucleares en la Carrera de Ingeniería Mecánica de la P. Universidad Católica de Valparaíso	1	8
Seminario para periodistas y comunicadores "Energía Nuclear en Chile: Temas de Interés Público", en conjunto con la Universidad Central	1	20

Cobertura de actividades CCHEN en medios de comunicación social	91
Visitas nacionales a www.cchen.gob.cl	195.881
Visitas extranjeras a www.cchen.gob.cl	50.447
Solicitudes de información procesadas a través de la OIRS (ley 19.880)	643
Solicitudes a biblioteca de usuarios internos y/o externos, nacionales y extranjeros	1.747
Satisfacción usuarios del SIAC	94%
Solicitudes de acceso a la información pública (ley 20.285)	10
Aporte de Chile a registros de información a la base de datos del INIS (International Nuclear Information Systems)	50

En relación con la Participación Ciudadana, los hitos son:

- El Consejo de la Sociedad Civil sesionó de acuerdo a lo programado, dedicando la mayoría de las sesiones a interiorizarse de las actividades que realiza la Comisión y sobre los usos y aplicaciones pacíficas de la energía nuclear. Para ello se desarrolló un ciclo de charlas, dictadas por los jefes de departamento y oficinas asesoras de la institución. Por otra parte, gestionaron las condiciones para que profesionales de la CCHEN dictaran charlas de información a los residentes de las comunas de La Reina y Las Condes.
- La Cuenta Pública Participativa fue realizada en modalidad virtual manteniéndose publicada en el sitio web institucional desde el 12 de agosto al 19 de septiembre de 2011. Adicionalmente, fueron despachadas casi 700 invitaciones a participar vía correo electrónico y fue publicada una nota en la sección noticias del sitio web. En el proceso se recibió 4 intervenciones, equivalentes al 0,48% de la convocatoria directa, que fueron respondidas por el Jefe Superior del Servicio y publicadas en el sitio web el 10 de noviembre.

## 10. COOPERACIÓN TÉCNICA Y RELACIONES INTERNACIONALES

Chile es Estado Miembro del Organismo Internacional de Energía Atómica y del Acuerdo Regional de Cooperación y Promoción de la Ciencia y Tecnología Nucleares en América Latina y El Caribe, ARCAL, que funciona al alero del OIEA.

La CCHEN es el enlace oficial de Chile en ambas instancias. Asimismo, participa activamente en diversos grupos de trabajo, en tareas encomendadas por el Grupo Directivo de ARCAL como son el Órgano de Representantes de ARCAL (ORA) y el Órgano de Coordinación Técnica de ARCAL (OCTA). En esta condición, Chile participa como país transferente de



tecnología a través de sus expertos y capacitación de becarios de la región. Asimismo, es receptor en cuanto a capacitación de profesionales chilenos en países de la región con mayor fortaleza en técnicas nucleares específicas.

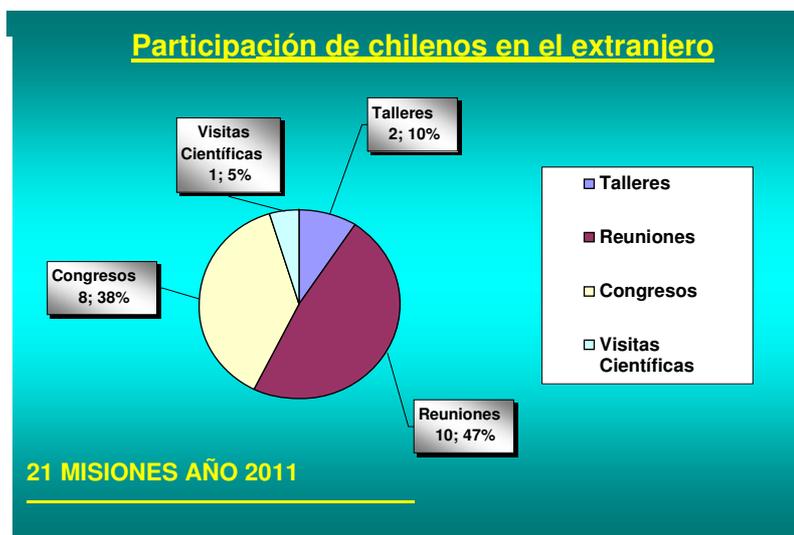
En el contexto de lo indicado más arriba, se puede mencionar los siguientes hitos:

- Chile participó en 10 proyectos regionales del programa ARCAL para el período 2009-2011 con extensión al bienio 2012-2013 y en 5 proyectos de continuidad iniciados en el período 2007-2009.
- El Director General del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA), Dr. Yukiya Amano, inició el 26 de junio una gira por Sudamérica que durante doce días lo llevó a Perú, Chile, Ecuador, Colombia y Argentina. En Chile permaneció entre el 30 de Junio y el 1 de Julio.

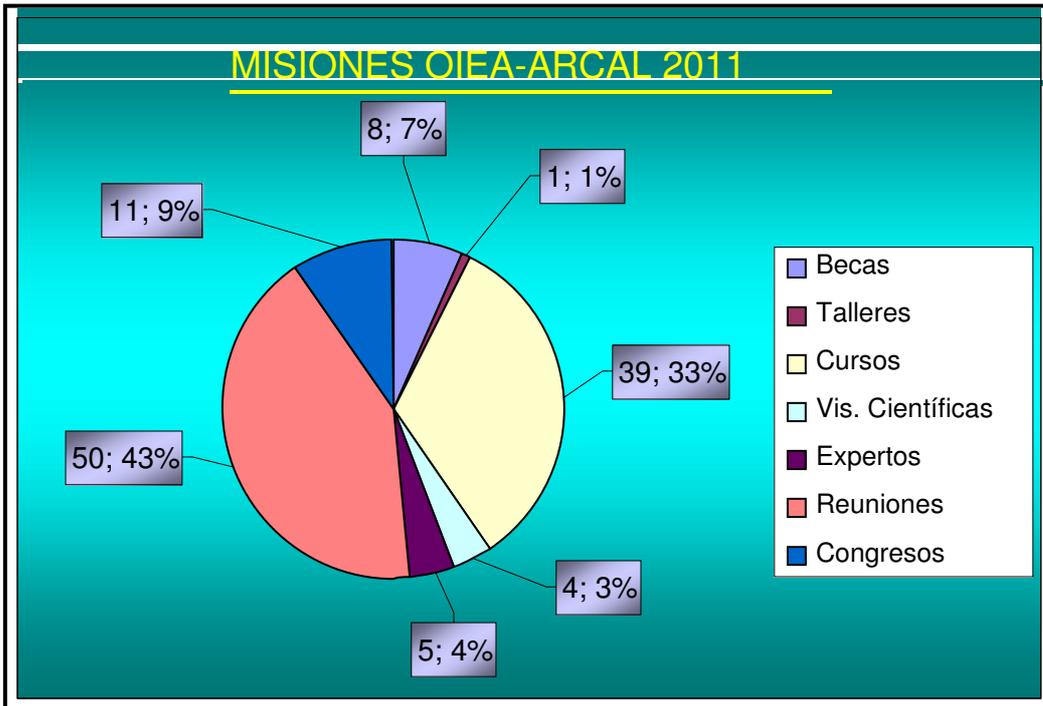
Durante su estadía se reunió con el Ministro de Relaciones Exteriores de Chile, Sr. Alfredo Moreno y el Biministro de Minería y Energía a esa fecha, Sr. Laurence Golborne. En el centro de sus conversaciones estuvieron presentes los proyectos de cooperación técnica que mantiene el OIEA en Chile.

El Director General conoció en terreno el proyecto que lleva a cabo el Servicio Agrícola y Ganadero, (SAG) y visitó la Fundación Arturo López Pérez, destacado centro de la medicina nuclear. Además, participó el 30 de Junio en la clausura del “Curso Internacional de Capacitación sobre la Cultura de la Seguridad Física Nuclear” organizado por el OIEA en conjunto con CCHEN, área de permanente atención por parte del OIEA, en lo relacionado con seguridad física y radiológica en los Estados Miembros.

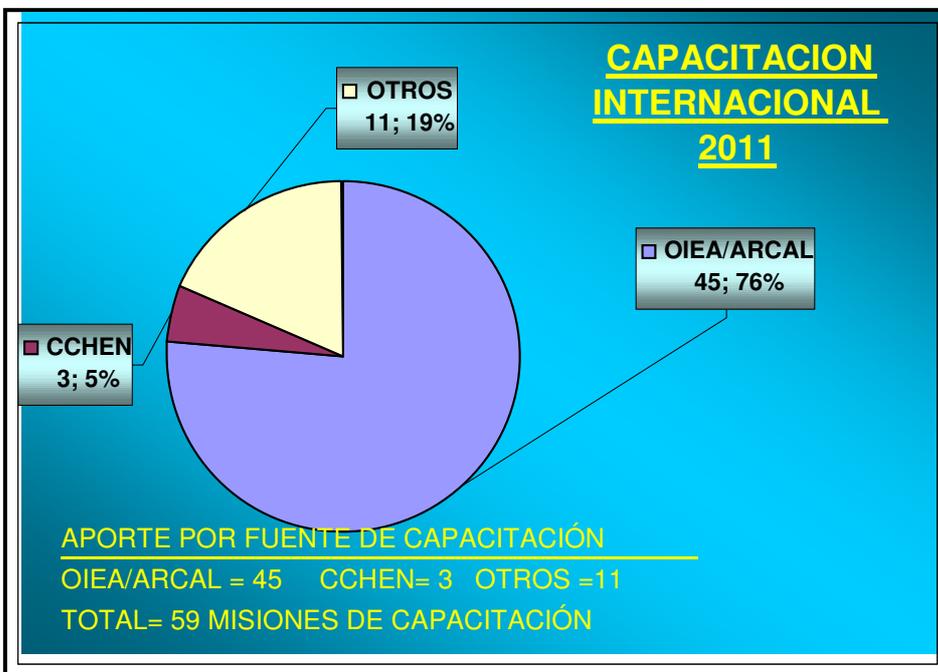
- Durante 2011, expertos chilenos efectuaron 8 misiones en el extranjero. El país fue representado en 61 reuniones internacionales y fue anfitrión de 8 becarios del OIEA que recibieron capacitación en diversas instituciones nacionales.

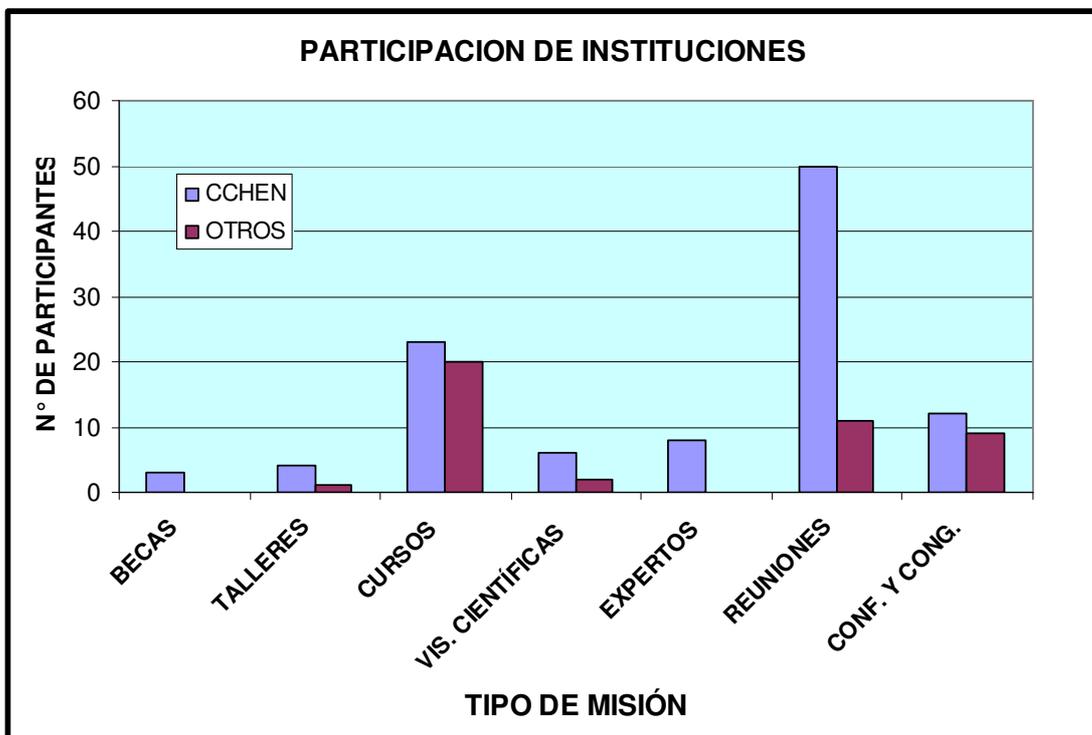
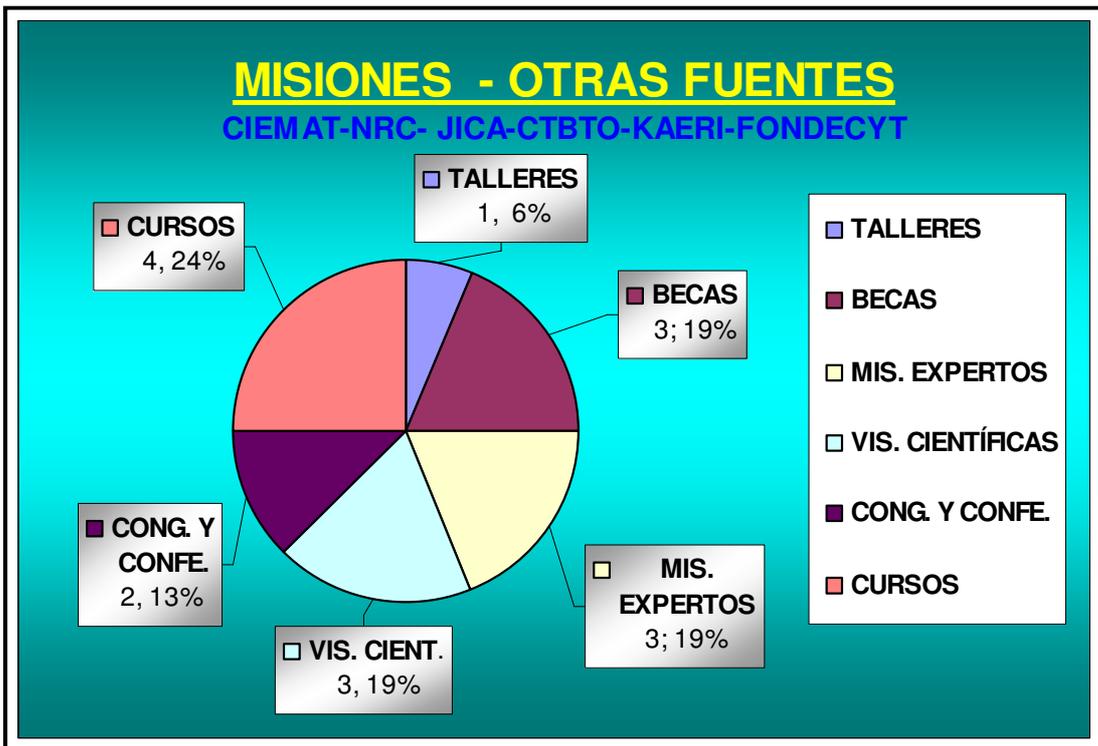


- Profesionales de la CCHEN y de otras instituciones nacionales participaron en 21 congresos científicos, conferencias, foros, seminarios y simposios.



- Profesionales de la CCHEN y de otras instituciones nacionales participaron en 59 eventos de capacitación internacional del tipo becas, talleres, cursos y visitas científicas.





## 11. SISTEMAS Y ADMINISTRACIÓN (Este Departamento fue dividido en 2, a contar de enero de 2012)

### Participación en Proyectos Nacionales e Internacionales

En el Departamento de Sistemas y Administración se encuentran radicadas las actividades de varios compromisos interinstitucionales e internacionales, sobre cuyos avances se informa a continuación:

#### Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares, TPCEN

Chile participa con 7 estaciones de vigilancia y un Centro Nacional de Datos en el Tratado de Prohibición Completa de Ensayos Nucleares, TPCEN. En el periodo fueron efectuadas varias reuniones y diversas gestiones con la Armada, las autoridades locales de Juan Fernández y autoridades del TPCEN para planificar la reconstrucción de la estación costera de vigilancia de ondas hidroacústica y de infrasonido que se ubicaba en Juan Fernández la cual fue arrasada por el maremoto de 27/02/2010.

En el mes de diciembre fueron contratados los trabajos de geomensura y se coordinó con la Armada de Chile el transporte de equipos y materiales necesarios para la reconstrucción.

Dado el interés del SHOA y del Servicio Sismológico de la Universidad de Chile de poder contar con la información de la red de estaciones del Sistema Internacional de Vigilancia, la CCHEN, como Autoridad Nacional solicitó al TPCEN acceso a los datos en tiempo real de varias estaciones sismológicas con el fin apoyar el Sistema de Alerta Temprana de Tsunami.

#### Proyecto Nucleoelectricidad

Como parte de los estudios que el país está llevando a cabo en relación a la posible futura instalación de una central núcleo eléctrica, durante 2011 fueron desarrolladas las siguientes actividades:

Durante el mes de febrero con Francia, y luego en marzo con Estados Unidos, Chile formalizó convenios de cooperación en el terreno de la energía, que incluye la nuclear, cuyo principal propósito es la de formación de capital humano en esta área.

Fue diseñada la planilla con la propuesta de entrenamiento en el extranjero para profesionales de la CCHEN en el contexto del Regulador Nuclear y la preparación de capital humano, para mantener los conocimientos necesarios ante la posibilidad futura de estudiar la opción núcleo eléctrica.

Fue generado un documento sobre metodología y requerimientos específicos necesarios para la identificación de regiones potenciales para el emplazamiento de una Central Nuclear de Potencia.

El 2011 concluyeron 3 proyectos trienales de Cooperación Técnica con el OIEA (1 nacional y 2 regionales) que sirvieron de apoyo para avanzar en el estudio de factibilidad de la opción núcleo eléctrica en el país. Específicamente, estos proyectos fueron los siguientes:

- ✓ Proyecto Nacional CHI0014: “Planificación energética a largo plazo, considerando todas las opciones de energía y factores relevantes” que fue extendido hasta fines de 2012 con el fin de solicitar apoyo en áreas relacionadas con tecnología nuclear, siting, red eléctrica y otros temas de interés para nuestro quehacer.
- ✓ Proyecto Regional RLA0040: “Fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de sistemas energéticos sostenibles”
- ✓ Proyecto Regional RLA0038: “Apoyo para la Introducción de la Energía Nuclear”

En el contexto de la Cooperación Técnica recibida del OIEA y en el marco de los proyectos mencionados, durante el 2011 se participó en las siguientes actividades:

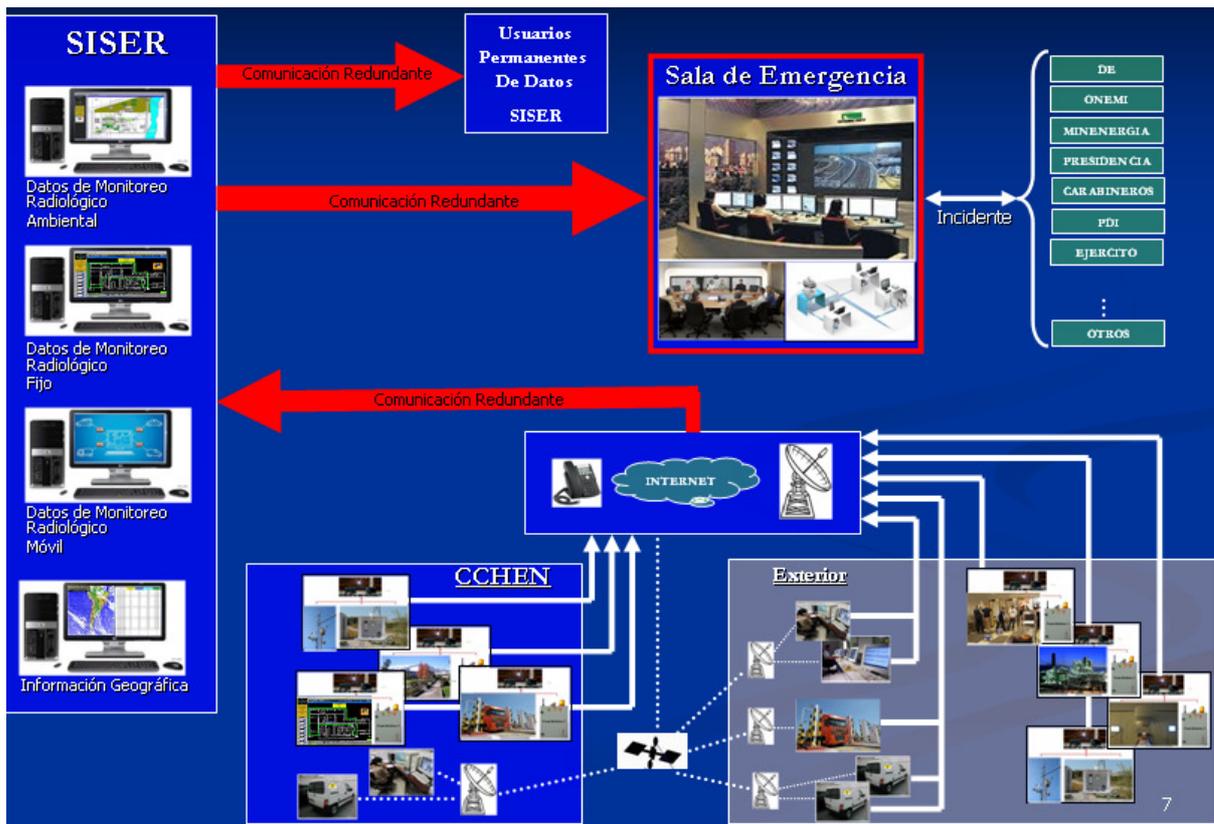
- ✓ Curso “Executive Training Course on Leadership and Management for Introducing and Expanding Nuclear Power Programmes”, Gif-sur-Yvette, France, from 27 June to 8 July 2011.
- ✓ Taller Nacional en “Confiabilidad de la Red Eléctrica y su Interfaz con Grandes Bloques de Energía”, CCHEN-CNE, Santiago – Chile, entre el 12 y 14 de diciembre de 2011.

### **Proyecto Centro Integral de Monitoreo y Manejo de Emergencias**

Fue implementado un sistema de medición permanente y en tiempo real de diversas variables relacionadas con la seguridad nuclear y física de las instalaciones y vehículos CCHEN para el Centro Integral de Monitoreo y Manejo de Emergencias. Estos datos son posteriormente integrados en una plataforma común y desplegados a través de un sistema computacional para usuarios de la CCHEN. Este sistema permitirá tener acceso a información relevante, en tiempo real y ajustado a las necesidades e intereses de los usuarios.

Además, está contemplado incorporar en el futuro una Sala de Emergencias que proporcionará un espacio físico con toda la infraestructura, sistemas de comunicación e información de apoyo, para que, en el caso de una emergencia, se gestione de forma rápida y eficiente.

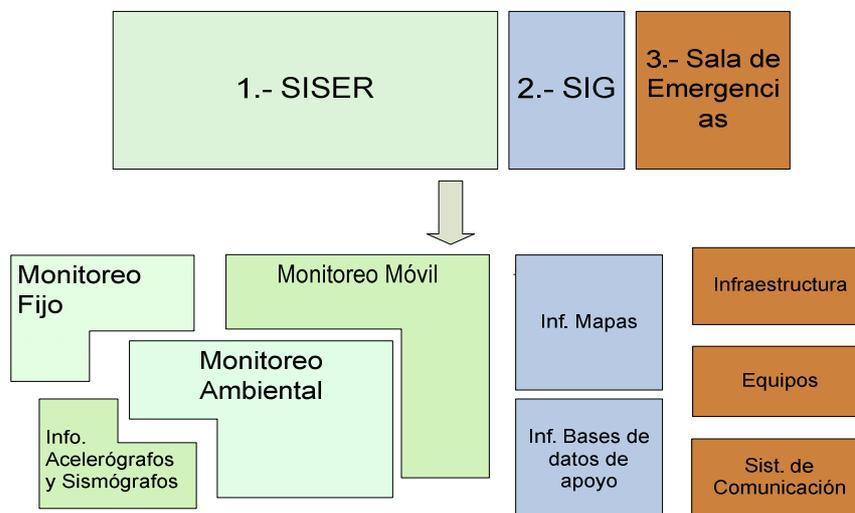
El concepto detrás del Centro de Monitoreo se muestra en la siguiente figura:



Este sistema se orienta a “contar con información instantánea sobre monitoreo radiológico ambiental, monitoreo radiológico fijo (instalaciones), estado y ubicación de las fuentes radiactivas durante su transporte, de modo de apoyar el trabajo de la CCHEN en su operación normal, y responder con prontitud en caso de una emergencia”.

Este proyecto tiene la potencialidad de expandirse a nivel nacional un vez que haya sido implementado y probado para las instalaciones CCHEN.

El proyecto se divide en diversos sub-proyectos, según el siguiente diagrama:



Los avances del proyecto son los siguientes:

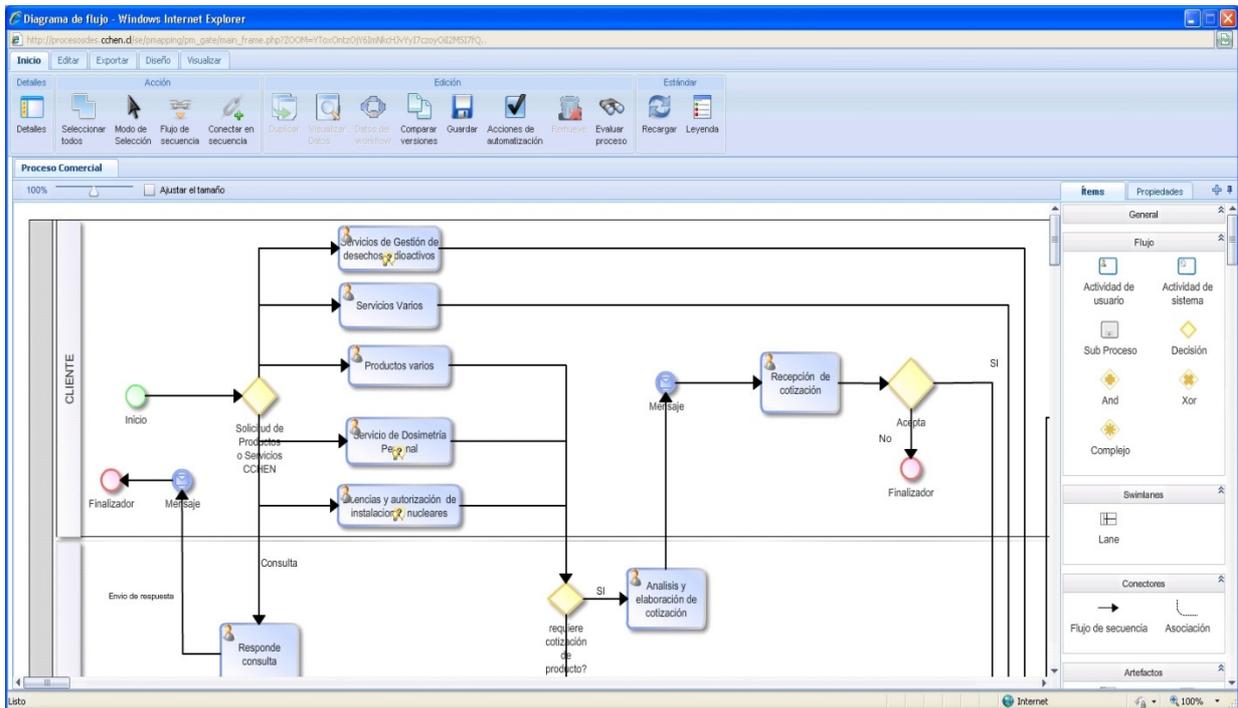
- ✓ fue presentado el Proyecto de Ingeniería para Monitoreo Fijo, Móvil y Ambiental. Asimismo, fue implementado un sistema de manejo de información (Alfresco SHARE) para la centralización e intercambio de información dentro del proyecto. El objetivo es tener todos los documentos, actas de reuniones, links, e información relevante accesible a todos los miembros de los equipos del proyecto, Jefes de Departamento y Director Ejecutivo.
- ✓ fueron elaborados los diagramas de actividad que describen el detalle de las funciones que desarrolla cada usuario y determinados los requerimientos de equipos y software para el desarrollo del proyecto y costos asociados.
- ✓ emergencia de la Autoridad de Seguridad Nuclear, ASN, generándose la opción de un plan de cooperación para la asesoría en la implementación de la Sala de Emergencias en Chile.
- ✓ fue calendarizada la instalación y calibración de los equipos de Monitoreo Fijo y Ambiental y se tiene programado desarrollar equipamiento para ser instalado en vehículos CCHEN.
- ✓ fueron adquiridos equipos acelerógrafos para el Reactor del CEN La Reina. Además, fue aprobado el Programa de Cooperación Técnica con el OIEA para el monitoreo de la Falla San Ramón.

#### **Plataforma Integrada de Servicios Electrónicos del Estado, PISEE.**

LA CCHEN se encuentra incorporada a la Plataforma Integrada de Servicios Electrónicos del Estado, PISEE, liderada por el Ministerio de Economía. En este ámbito, en la institución se alcanzaron los siguientes logros:

- ✓ Fue adquirida la herramienta informática para la Gestión de Procesos.
- ✓ Fue puesto en producción el Sistema de Remuneraciones en la intranet institucional.
- ✓ Fue efectuada la planificación e inicio de la primera fase del Sistema de Seguridad de la Información.
- ✓ Fue actualizada la Norma de Informática, generándose la versión 3 de la misma, así como también fue actualizada la Política de Seguridad de la Información.
- ✓ En relación con el correo electrónico institucional, fue implementada la infraestructura para respaldos automáticos de los correos institucionales.
- ✓ Fue habilitada, en el Portal de Negocios de la CCHEN, la conexión con el Servicio de la Tesorería General de la República para recibir pagos en línea de nuestros clientes.
- ✓ En mayo del 2011 se constituyó el Comité de Seguridad de la Información de la CCHEN.
- ✓ Fue equipamiento para realizar respaldos automáticos de la información (Backup).





Software para Gestionar y modelar procesos

### Programas de Mejoramiento de la Gestión, PMG

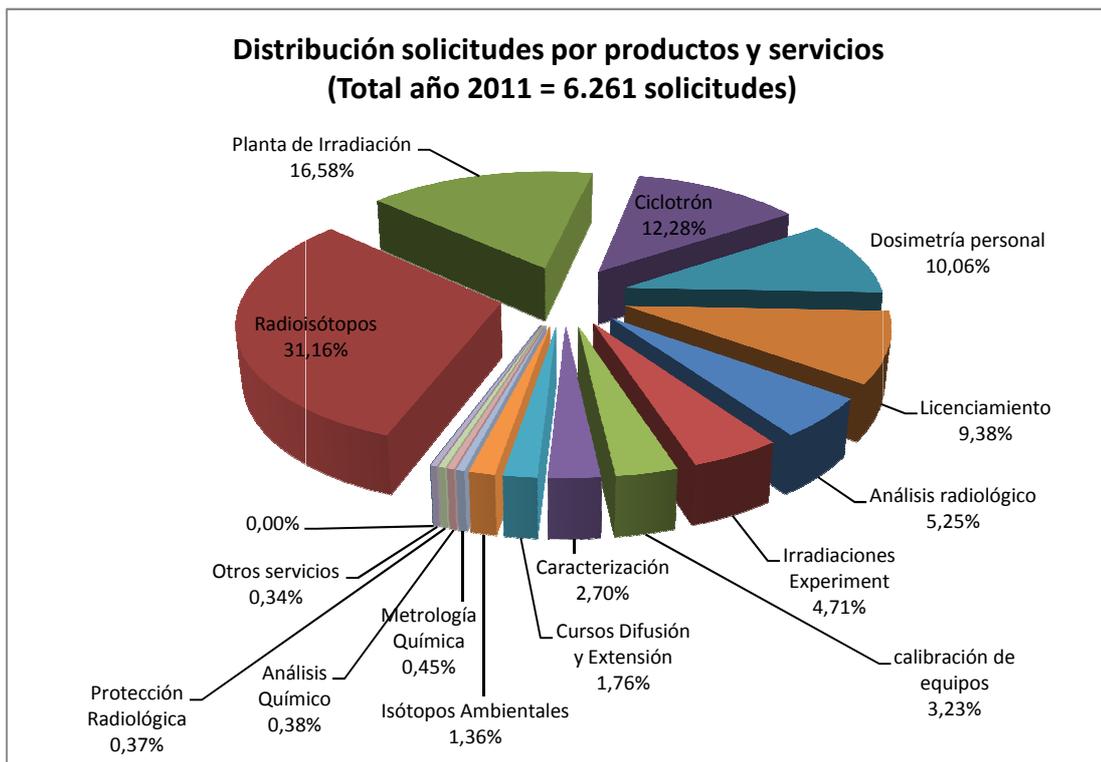
Durante el año 2011 se trabajó en 3 Programas de Mejoramiento de la Gestión, PMG, como son Gobierno Electrónico, Sistema de Seguridad de la Información, y apoyo al PMG Sistema Integral de Información y Atención Ciudadana, SIAC, especialmente en el proceso de Transparencia Activa. Este último PMG fue validado por los órganos del Estado correspondientes egresando del Sistema PMG.

En conjunto con el Departamento de Seguridad Nuclear y Radiológica, se participó en las gestiones para la continuación de estudios y reuniones con la Universidad de Chile correspondientes al monitoreo de la falla de San Ramón y peligro sísmico. En este contexto se realizó la revisión del estudio correspondiente a la trinchera construida al interior del CEN La Reina, donde se instalan los equipos de monitoreo.

En el periodo, fue fabricado y montado el Sistema de Control de Torres de Enfriamiento del RECH-1 y fabricación y montajes varios en celdas del Laboratorio de Producción de Radioisótopos del CEN Lo Aguirre para su puesta en operación.

En el área de comercialización de productos y servicios los resultados fueron los siguientes:





Fuente: Sección Comercial

### Sistema de Capacitación

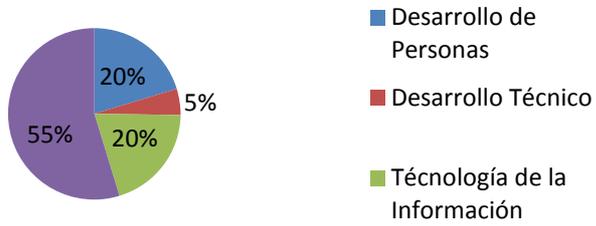
Durante el periodo, el PMG de Capacitación egresó del sistema cumpliendo todas las etapas establecidas por la Dirección Nacional del Servicio Civil.

Actualmente, la capacitación se encuentra en proceso de evolución hacia la gestión del conocimiento, que articulará los conocimientos existentes en la CCHEN, a objeto de consolidar la posesión de conocimiento experto, en cuanto a la actualización, aseguramiento, mantención, retención y relevo, considerando la demanda actual y futura, en directa relación con la misión y el campo científico tecnológico asociado.

### % Funcionarios capacitados año 2011



## % Participantes según Área de Capacitación año 2011





# Cuenta Pública Participativa 2011