



DEPARTAMENTO DE APLICACIONES NUCLEARES

Jefe del Departamento: Ing. Oscar Durán P.
oduran@cchen.cl

Objetivos

Realizar y fomentar la investigación y desarrollo de los usos y aplicaciones pacíficas de la energía nuclear y tecnologías afines, promoviendo la innovación tecnológica e impulsando la transferencia de estas tecnologías a los sectores productivos y de servicios del país.

SUBDEPARTAMENTO REACTORES

Jefe del Subdepartamento: Ing. Julio Daie M.
jdaie@cchen.cl

Objetivos

Operar en forma segura y eficiente los reactores nucleares de investigación mediante el desarrollo de capacidades y personal capacitado, con el fin de utilizar los instrumentos e instalaciones que usan los neutrones directamente en el núcleo del reactor o en el área experimental y prestar los servicios de irradiación de materiales, satisfaciendo los requerimientos internos y externos a la institución.

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

Líneas de trabajo

- Operación del reactor nuclear de investigación RECH-1 ubicado en el Centro de Estudios Nucleares La Reina, y mantenimiento del reactor RECH-2, ubicado en el Centro de Estudios Nucleares Lo Aguirre.
- Cálculos neutrónicos y termohidráulicos para apoyar la operación de los reactores.
- Medición del quemado de elementos combustibles.
- Mejoramiento y utilización de instrumentos, instalaciones y dispositivos experimentales en el reactor RECH-1 que utilizan los tubos de haces de neutrones y las capacidades de irradiación en el núcleo.
- Irradiación de materiales para la producción de radioisótopos para uso en medicina e industria,
- Servicios de irradiación con neutrones de materiales para efectuar análisis por activación neutrónica, para ser utilizados como trazadores efectuar dataciones en geocronología, obtención de neutrografía, etc.
- Diseño de un contenedor para el almacenamiento temporal de combustible nuclear gastado.

Resultados relevantes del período

Durante el año 2009 el reactor RECH-1 operó de acuerdo al programa de funcionamiento establecido y acordado con el Laboratorio de Producción de Radioisótopos, principal usuario del reactor. En este período de operación el reactor generó un total de 5.109 MWh, lo que representa



un consumo de aproximadamente 269 gramos de ^{235}U . La operación del reactor RECH-1 está certificada bajo la norma ISO9001-2000.

En el programa de seguimiento de cuatro elementos de bajo enriquecimiento (denominados elementos líderes), introducidos en el núcleo del reactor RECH-1 con el objeto de conocer su comportamiento en función del quemado (fracción de ^{235}U fisionado), los dos primeros identificados como LR01-L y LR02-L alcanzaron al 31 de septiembre de 2009, en promedio, un quemado del orden del 50% de ^{235}U , cumpliendo así el objetivo inicial de quemado por lo cual se retiraron del núcleo a mesas de decaimiento. Los dos restantes, LR03-L y LR04-L, continúan en el núcleo.

Continuó en el núcleo del reactor el elemento experimental LR EX 01, alcanzando un quemado del orden de 7,5% (a septiembre 2009), se le realizaron las pruebas programadas de medición de gap hidráulico, sipping e inspección visual, no detectándose problemas.

Durante el año 2009 se pusieron en operación 9 dosímetros digitales y un teledetector de radiación ambiental portátil, instrumentos de protección radiológica que ayudan a la vigilancia tanto del personal del reactor como de visitas externas.

El sistema instalado en el núcleo del reactor que tiene la capacidad de mantener girando una muestra de manera continua mientras se está irradiando con neutrones prestó servicios de irradiación de manera rutinaria. Esta instalación se utiliza principalmente para irradiar material geológico del Servicio Nacional de Geología y Minería (Sernageomin).

Para el Laboratorio de Producción de Radioisótopos se irradiaron 654 blancos, la mayoría de ellos con el propósito de producir $^{99\text{m}}\text{Tc}$ y ^{131}I ; sin embargo, también se irradiaron blancos para producir otros radioisótopos también empleados en aplicaciones en medicina tales como: ^{153}Sm , ^{192}Ir , ^{64}Cu , ^{32}P .

Para el Laboratorio de Trazadores 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 se dio cumplimiento a todas las irradiaciones solicitadas, las que sumaron 440 blancos representando 1170 muestras.

Se completó el examen de fuga de productos de fisión (*sipping*) en los elementos combustibles del RECH-1 que serán enviados a USA.

Se completó el Catálogo de Elementos Combustibles del RECH-2 con colaboración de personal del DMN.

Se realizaron obras de mejoramiento del circuito secundario de enfriamiento del RECH-1, incluyendo la instalación de 2 nuevas torres de enfriamiento de fabricación nacional (Tecnofiber)

Participación internacional

- Proyecto ARCAL RLA/0/037 "Supporting a Sustainable Increase in the Use of Research Reactors in Latin American and Caribbean Region through Networking, Exchange of Experiences, Knowledge Preservation and Training of Human Resources" (ARCAL CXIX).
- Proyecto Regional RLA/4/020: "Engineering of Casks for the Transport of Spent Fuel from Research Reactors"; proyecto en el que se contempla la fabricación de contenedores prototipo a escala 1:1.



Publicaciones Internacionales

- "Corrosion Behavior of Aluminum Alloy Coupons Submerged in the Storage Pools of Spent Nuclear Fuel in Chile". C.Lamas, J.Klein, H.Torres, D.Calderón. Marzo 2009. 13th International Topical Meeting on Research Reactor Fuel Management (RRFM 2009), Vienna, Austria, 22 – 25 Marzo 2009.

Informes internos

- Informe Anual de la Operación del Reactor RECH-1, Año 2008. J. Medel, Subdepartamento Reactores, Departamento Aplicaciones Nucleares, CCHEN, Marzo 2009.
- Informe de Calidad de Agua del Reactor RECH-1 durante el Año 2008. R. Crispieri, Subdepartamento Reactores, Departamento Aplicaciones Nucleares, CCHEN, marzo 2009.
- Cálculos Termohidráulicos del Blanco para Producir Molibdeno de Fisión en el Reactor RECH-1. E. Vargas; Subdepartamento Reactores, Departamento Aplicaciones Nucleares, CCHEN
- Cálculos neutrónicos y actividad del ^{99}Mo de fisión producido al irradiar una lámina de uranio metálico LEU en el RECH-1. J. Medel; Subdepartamento Reactores, Departamento Aplicaciones Nucleares, CCHEN.



SECCION SALUD Y ALIMENTOS

Jefe de la Sección: Ing. Paulina Aguirre H.
paguirre@cchen.cl

Líneas de trabajo

- Investigación y desarrollo de nuevas aplicaciones de la energía ionizante proveniente de fuentes emisoras de rayos gamma.
- Asesoría y servicios de tratamiento de materiales en irradiadores experimentales de Co-60 y Cs-137, con objetivos tales como esterilización, tratamiento cuarentenario, apoptosis celular, desinfección, reducción de carga microbiológica e inhibición de brotes, entre otros. También se controla y certifican las dosis aplicadas mediante dosimetría específica.

Resultados Relevantes del Periodo

Conjuntamente con el Instituto de Ciencia y Tecnología de Puerto Montt, Universidad Arturo Prat (UNAP), se está desarrollando el proyecto "Obtención de haploides por medio de irradiación para la obtención de orquídeas en el sur de Chile". Los avances obtenidos han permitido obtener la formación de las primeras semillas con embrión, con dosis de irradiación pequeñas, y fue posible iniciar la germinación simbiótica.

La Sección Salud y Alimentos unida a las empresas Agrícola Vitroagro Ltda. y CIDERE BIOBIO generaron el proyecto "Creación de la primera variedad ornamental y frutal chilena por medio de la biotecnología vegetal y mutagénesis inducida por radiación gama", como proyecto de innovación precompetitiva de impacto sectorial INNOVA BIOBIO. Este proyecto ha sido aprobado por INNOVA BIOBIO y comienza a operar en 2010. El objetivo del proyecto es formar nuevas microplantas in vitro a partir del material vegetal irradiado por radiación gama.

Se realizó en la Sección la Memoria de Título de la carrera de Medicina Veterinaria de la Universidad Santo Tomás "Determinación de la carga microbiológica de la piel porcina utilizada como apósito biológico radioesterilizado, en personas quemadas" por el estudiante de dicha carrera Kurt Haltenhoff I.

Durante 2009 se continuó prestando servicios de irradiación a clientes externos e internos para una amplia gama de productos, tales como procesamiento y radioesterilización de tejidos biológicos (piel humana, piel de cerdo, membrana amniótica, hueso humano y hueso bovino), material médico quirúrgico, componentes sanguíneos, alimentos, productos agrícolas, materias primas para la industria farmacéutica y cosmetológica, etc.

Destaca el servicio de irradiación de sangre y hemoderivados que se entregó a 22 hospitales y clínicas de Santiago, entre estos Hospital Barros Luco, Voluntariado de Oncología Infantil, Hospital de Carabineros, Hospital Dr. Exequiel Gonzalez, Hospital Clínico San Borja, Clínica Alemana, Clínica Sta. Maria, etc. En total se irradió 8.198 lotes con un total de 15.656 unidades de glóbulos de 350 ml c/u (5.480 L), 39.195 unidades de plaquetas de 60 ml c/u (2.388 L) y 2.590 unidades de concentrado plaquetario de 400 ml c/u (1.036 L).

En este período se procesó y esterilizó por radiación gamma 9 lotes de piel humana (correspondientes a 9 donantes) y 72 lotes de piel de cerdo, obteniendo en total aproximadamente 25.000 cm² y 86.400 cm² de los tejidos respectivos para tratamiento de pacientes quemados. También fueron irradiadas 5 calotas de hueso humano para reimplante. Durante este año también se comenzó a dar servicio de irradiación y aseguramiento de esterilidad para tejidos biológicos a la empresa CENPROTEB.



Con el fin de otorgar un servicio de Irradiaciones cada vez más confiable, durante 2009 este proceso fue certificado bajo la norma ISO 9001:2000 por la empresa Bureau Veritas.

La Sección generó por estos servicios \$ 38.162.180 tratando además radiación ionizante diversos productos, como productos farmacológicos, alimentos, suelos, alimentos para ratas, gusano de tebo para exportación. baba de caracol, etc. La distribución se ilustra en la tabla siguiente.

Irradiación de	%
Sangre y hemocomponentes	56,6
Tejidos Biológicos	14,2
Materiales de Laboratorios Químicos	11,7
Varios	7,0
Implantes	5,2
Gusanos de Tebo	4,5
Baba caracol	0,8
TOTAL	100,0

Participación Internacional

Durante este año se comenzó a trabajar en las actividades del proyecto regional RLA/6/062 "Consolidation of tissue banks in Latin America and radiation sterilization of tissue allografts", aprobado por el OIEA para el período 2009-2011 y que persigue incrementar el uso de tejidos radioesterilizados en Chile y otros países de la región, generando estándares regionales de calidad, y procurando el control sistemático de los Bancos de Tejido que funcionan en hospitales y clínicas.

Participación Nacional

Con el Instituto de Ciencia y Tecnología de Puerto Montt, Universidad Arturo Prat (UNAP), se está desarrollando el proyecto "Obtención de haploides por medio de irradiación para la obtención de orquídeas en el sur de Chile", cuyo objetivo es utilizar la radiación ionizante para obtener semillas de nuevas variedades de orquídeas.

Con la Facultad Tecnológica del Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, de la Universidad de Santiago de Chile, (USACH), se ha desarrollado trabajos en irradiación para estudiar la preservación de Ciboulette fresco, champiñones, películas protectoras comestibles y obtención de colorantes a partir de jugo de betarraga y zanahoria, mediante el uso de radiación gamma.

Publicaciones Internacionales

- "Use of gamma irradiation to preserve fresh leaf chives (*Allium schoenoprasum* L.)". Junqueira-Goncalves, Maria Paula; Zárate, Herman; Ganga, Angélica; Guarda, Abel. Enero 2009. Congreso FRUTIC CHILE 2009, Concepción, Chile, 5-9 de enero 2009.



- "Approach to the resistance of exportation tebo worms (*Chilecomadia morei*) when irradiated with gamma ray trough a quarantine treatment". Silva, Samy; Zárate, Herman; Aguirre, Paulina; Aburto, Patricio. 2009 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009, Rio de Janeiro, Brazil, Septiembre 27 - Octubre 2, 2009.
- "Ionizing energy effect on microbiology and proteins of nail secretion which is used to elaborate cosmetics products". Zárate, Herman; Aguirre, Paulina; Silva, Samy; Manzano, Juan. 2009 International Nuclear Atlantic Conference - INAC 2009, Rio de Janeiro, Brazil, Septiembre 27 - Octubre 2, 2009.
- "The impact of the International Atomic Energy Agency (IAEA) program on radiation and tissue banking in Chile". P. Aguirre, J. Morales. Mayo 2009. Cell and Tissue Banking. Vol. 10 N°2, pp. 153-156.



SECCION AGRICULTURA

Jefe de la Sección: Ing. Adriana Nario M.
anario@cchen.cl

Líneas de Trabajo

- Evaluación de la absorción de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y de actividad radicular en frutales y cultivos anuales.
- Estudios de adsorción, desorción, degradación y vida media de plaguicidas en muestras de suelos.
- Ensayos de Mineralización, Inmovilización de nitrógeno (MIT) en suelos.
- Medición de tasas de redistribución de suelo, por técnica de espectrometría gama.

Resultados destacables del período

Durante el año 2009 la Sección Agricultura preparó y realizó la Primera Reunión de Coordinación del proyecto Regional RLA/5/053 "Implementación de un Sistema de Diagnóstico para Evaluar el Impacto de la Contaminación por Plaguicidas en los Compartimentos de Alimentos Y Ambientales a Escala de Captación en la Región de América Latina y el Caribe", donde se contó con la participación de 17 países de la región y España. Este proyecto fue aprobado por el OIEA para el trienio 2009-2011 y en el mes de noviembre además se contó con la visita del experto Sr. Andras Nemeth, con quien los profesionales de la Sección analizaron la potencialidad del programa ArcGIS en lo referente a manejo de información y proyecciones a nivel de micro cuencas.

La Sección Agricultura continúa también bajo el reconocimiento ARCAL como Centro Regional para análisis de N total y ^{15}N en muestras de suelos y vegetales, ^{32}P en muestras de suelos y vegetales, Cinética de intercambio isotópico, Técnica MIT, Biomasa C, Biomasa N, Carbono orgánico y fraccionamiento en suelos, dentro de la Región de América Latina y El Caribe. Como parte de este reconocimiento se participó en la ronda internacional de análisis vegetal en Nitrógeno Total y ^{15}N , organizado por la WEPAL (Holanda) con la colaboración de la Unidad de Ciencias del Suelo de la FAO/OIEA Laboratorios de Biotecnología y Agricultura y en el Proficiency Test IAEA-CU-2008-03 para la determinación de radionuclidos naturales en fosfogypsum y agua, organizado por OIEA.

De la misma manera la SA participó en el Proficiency Test 12/2008 organizada por ILAU (Instituto de Lev, Alemania) y el OIEA en detección de residuos de pesticidas en agua, actividad relacionada al Proyecto de Coordinación de Investigación OIEA (CRP 14084) "Integrated Analytical Approaches to Assess Indicators of the Effectiveness of Pesticide Management Practices at the Catchment Scale".

Participación internacional

- Proyecto de Coordinación de Investigación (CRP 14084) "Integrated Analytical Approaches to Assess Indicators of the Effectiveness of Pesticide Management Practices at the Catchment Scale", apoyado por la FAO/OIEA, donde junto a Chile participan Argentina, Brasil, Bulgaria, China, Colombia, Costa Rica, Ecuador, India y Kenya y en el cual se evalúa el uso adecuado de Agroquímicos en sistemas de producción con aplicación de Buenas Prácticas Agrícolas (BPA) en campo, para asegurar un abastecimiento saludable de alimentos.
- Proyecto RLA/5/053 "Implementación de un sistema de diagnóstico para estimar el impacto de contaminación de pesticidas en alimentos y compartimentos ambientales a nivel de cuencas en Latino América y el Caribe" cuyo objetivo es aplicar un sistema de diagnóstico y estimación



para evaluar el impacto de la contaminación de pesticidas; esto comprende coordinar y armonizar aproximaciones analíticas de los países participantes con respecto al monitoreo de residuos de pesticidas. En CCHEN se abordarán en conjunto con SAG y la Fac. de Agronomía de la U. de Chile un estudio de erosión en la cuenca de Apalta, VI Región, lo cual implicará muestreo y análisis de suelos y aguas para determinación de residuos químicos, tasas de erosión y aplicación de modelos.

Publicaciones Internacionales

- "Pesticide Risk Management Using Indicators for Vineyards in the Central Valley of Chile". Nario, A.; Capri, E.; Pino, I.; Parada, A. M.; Luzio, W. Febrero 2009. Integrated Environmental Assessment and Management. 5 (3): 476-482.
- "Biodegradation of chlorpyrifos in two soils of the VI Region of Chile, using isotopic techniques". Potenza, D.; Moll, O.; Nario, A.; Luzio, W.; Pino, I.; Parada, A.M. Enero-Febrero 2009. Agrochimica LIII (1): 1-12,
- "Fate of pesticides at a wine growing scale using a pesticide risk assessment indicator at the VI Region of Chile". Nario, A. Enero, 2009. Workshop Dottorato di Ricerca in Chimica, Biochimica ed Ecologia degli Antiparassitari, Universidad de Milan, Italia.
- "Assessing Good Agricultural Practice: Comparative Pesticide Impact In Five Latin-American Countries". Loewy, R.M.; Savini, M.; Monza, L.; Kirs, V.; Luchini, L.; Baggio, D.; Gonzaga, F.; Nario, A.; Pino, I.; Parada A.M.; Videla, X.; Castro, R.; Pastor, Y.; Chica, I.; Carazo, E.; Chinchilla, C.; Matarrita, J.; Maestroni, B.; Ferris I. Junio 2009. LAPRW2009, 2nd Latin American Pesticide Residue Workshop Food and environment, Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina.
- "Assessment of runoff (⁷Be) in vineyards of the Central valley of Chile and impact on pesticides under two tillage systems using isotopic techniques". Videla, X.; Pino, I.; Nario, A.; Parada, A.M.; Walling, D., Luzio; W., Casanova; M., Seguel, O. Noviembre 2009. 3rd International Workshop on Crop Protection Chemistry in Latin America (IUPAC). Río de Janeiro, Brazil.
- "Accelerating capacity building in Latin America and networking analytical laboratories" Ferris, I.G.; Maestroni, B.M.; Byron, D.H.; Cannavan, A.; Carazo R., E.; Dercon, G.; Gross-Helmut, K.; Kohlmann, B.; Nario A.; Unsworth J.B. Noviembre 2009. 3rd International Workshop on Crop Protection Chemistry in Latin America (IUPAC). Río de Janeiro, Brazil.
- "Assessing good agricultural practices in production of fruits and vegetables: a coordinated study in eight Latin American countries". Ribeiro, D.H.B; Luchini, L.C.; Serafim, F.G.; Savini, M.C.; Monza, L.B.; Kirs, V.; Loewy, R.M.; Pino, I.; Parada, A.M.; Videla, X.; Nario, A.; Guerrero, J.A.; Mojica, A.; Carazo, E.; Chinchilla, C.; Matarrita, J.; Orta, L.; Morales, M.N.L.; Pumar, M.H.; Carballo, A.R.; Castro, R.; Pastor, Y.; Chica, I.; Mandl, B.; Franchi, S.; Castelli, E.C.; Bastos, E.N.; Maestroni, B.; Ferris, I. Noviembre 2009. 3rd International Workshop on Crop Protection Chemistry in Latin America (IUPAC), Río de Janeiro, Brazil.

Publicaciones Nacionales

- "Biodegradación de los plaguicidas glifosato y clorpirifos en un suelo agrícola de la VI Región". Carvajal, V., Pino I., Copaja, S., Parada, A.M., Nario A., Videla X. Agosto 2009. XI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (SSN0716-6192. Boletín N° 21- Universidad de Concepción), Chillán, Chile.
- "Estimación de la erosión de suelos en viñas de la Zona Central de Chile, usando ⁷Be". Videla X., Pino I., Nario A., Parada A.M., Walling D. E., Luzio W., Casanova M., Seguel O. Agosto 2009. XI Congreso Nacional de la Ciencia del Suelo (SSN0716-6192. Boletín N° 21- Universidad de Concepción), Chillán, Chile.



Informes Técnicos

- Informe final de cierre proyecto CHI5048 para OCTRI y OIEA. Nario, A., Pino, I., Parada, A.M., Videla, X. Abril 2009. SA-CCHEN.
- Informe Proyecto RLA5053- Plataforma PCMF. Nario, A. Diciembre 2009. SA-CCHEN.
- Informe Tercer Año CRP 14084. A. Nario. Octubre, 2009. SA-CCHEN.
- Informe de la Primera Reunión de Coordinadores de Proyecto RLA/5/053 – AL CII. “Implementación de un Sistema de Diagnóstico para evaluar el impacto de la contaminación por plaguicidas en los compartimentos de alimentos y ambientales a escala de captación en la Región de América Latina y El Caribe. Ferris, I., Maestroni, B. (OIEA). SA (CCHEN). Abril 2009 SA-CCHEN.



SECCION INDUSTRIA Y MEDIO AMBIENTE

Jefe de la Sección: Ing. Francisco Díaz V.
fdiaz@cchen.cl

Líneas de trabajo

- Utilización de compuestos radiactivos, químicos, de color, fluorescentes y otros para el desarrollo de técnicas de aplicaciones de trazadores en estudios de procesos fluidodinámicos industriales y naturales.
- Prestación de servicios, en técnicas ya desarrolladas tales como: determinación de tiempos de residencia o de tránsito en diversas instalaciones industriales; medición de velocidades y de caudales en hidrología superficial y subterránea.
- Estudio de corrientes naturales superficiales y subterráneas para determinación de caudales en canales o ríos, lugares de filtración en embalses y piscinas, interconexiones entre diversos cuerpos de aguas, velocidades de aguas subterráneas, etc.
- Caracterización de emisarios submarinos, determinando los coeficientes de dilución inicial y de dispersión que presentan estos sistemas de tratamiento de aguas servidas.
- Utilización de fuentes selladas de neutrones y gamma en la industria petroquímica, para medición de interfaces y funcionamiento de torres de destilación.

Resultados Relevantes del Periodo

Durante 2009 se ejecutaron importantes proyectos en empresas mineras e industriales como prestaciones de servicios de Aplicación de Trazadores y de Técnicas Nucleares, lo que generó ingresos totales para la CCHEN de un monto de más de \$171.000.000.

Entre los estudios realizados se cuentan las mediciones de caudales en los ríos Cuervo y Marta de la XI Región de Aysén para la empresa Energía Austral Ltda. También en el periodo se determinó la distribución de tiempos de residencia de soluciones en una pila piloto de lixiviación en Minera Escondida, usando tritio como trazador. Determinaciones de velocidades y esquemas de flujos de aguas subterráneas mediante ensayos de dilución de trazador en pozo único se realizaron para CODELCO en la División Norte en pozos de sector cuenca Calama y en la División El Teniente en pozos de sector Tranque Carén

También se ejecutaron las actividades del último año de funcionamiento del proyecto Fondecyt 1070106 comenzado el año 2007 "Modelling and supervision of industrial flotation equipment", junto al Departamento de Procesos Químicos de la Universidad Técnica Federico Santa María.

En el marco del Proyecto regional RLA/8/042: "Applications of Nuclear Technology for Industrial Processes Optimization and Environment Protection", proyecto en el cual se promueven las aplicaciones a nivel regional y la CCHEN aporta su experticia en el ámbito minero y metalúrgico, se recibió durante un mes de capacitación al becario del OIEA Sr. Carlos Rodríguez E. de Republica Dominicana.

Participación internacional

- Proyecto regional RLA/8/042: "Applications of Nuclear Technology for Industrial Processes Optimization and Environment Protection", proyecto cuyo objetivo es expandir las aplicaciones industriales de trazadores e instrumentación nucleónica. y la Sección aporta su experticia en el ámbito minero y metalúrgico.



- Proyecto de Investigación Coordinado (CRP) con OIEA denominado “Evaluation and Validation of Radioisotope Generators-based Radiotracers for Industrial Applications” en el cual la Sección evalúa un Generador de Germanio-68 - Galio-68 para aplicaciones como trazador.

Participación nacional

- Proyecto Fondecyt 1070106 “Modelación y supervisión de circuitos de flotación industrial” con la Universidad Técnica Federico Santa María y la División El Teniente de CODELCO Chile, que tiene como objetivo estudiar la modelización de columnas industriales de flotación, para lo cual se utilizaron radiotrazadores.

Publicaciones Internacionales

- “Direct measurement of entrainment in large flotation cells”. Yianatos J.B.; Contreras F.; Díaz, F.; Villanueva, A. Enero 2009. Powder Technology, Vol.189, pp. 42-47. (2009).
- “Hydrodynamic Performance of the Division Codelco Norte Concentrator’s Large Flotation Cells”. Morales, P.; Coddou, F.; Yianatos, J.; Contreras, F.; Catalán, M.; Díaz, F. Diciembre 2009. VI International Seminar PROCEMIN 2009, Santiago, Chile.
- “Estimation of Flotation Rate Distribution in the Collection Zone of Industrial Cells”. Yianatos, J.; Bergh, L.; Vinnett, L.; Contreras, F.; Díaz, F. Noviembre 2009. Minerals Engineering Conferences, FLOTATION 2009, Cape town, South Africa.
- “Troubleshooting and Diagnostic of Industrial Flotation Cells”. Yianatos, J.B.; Bergh, L.G.; Díaz, F. Octubre 2009. IFAC MMM 2009, Workshop on Automation in Mining, Minerals and Metal Industry, Viña del Mar, Chile.

Informes Técnicos

- “Medición de Caudales en los Ríos Cuervo y Marta, XI Región de Aysén. Campaña 15-20. Enero 2009”. Usuario: Energía Austral Ltda. Enero 2009.
- “Medición de Caudales en los Ríos Cuervo y Marta, XI Región de Aysén. Campaña 19-23 Marzo 2009”. Usuario: Energía Austral Ltda. Marzo 2009.
- “Informe de Actividades y Resultados del Contrato N° 4500807376 Denominado "Servicios de Determinación de Tiempos de Residencia en Celdas de Flotación - División CODELCO Norte", entre la Corporación Nacional del Cobre de Chile y la Comisión Chilena de Energía Nuclear”. Usuario: Codelco Chile. Marzo 2009.
- “Determinación de la distribución de tiempos de residencia en pila piloto proyecto CPY, de BHP Billiton en minera escondida, usando tritio como trazador”. Usuario: BHP Billiton. Junio 2009.
- “Determinación de velocidades y esquemas de flujos de aguas subterráneas en pozos de sector cuenca Calama, mediante ensayos de dilución de trazador radiactivo en pozo único”. Usuario: Knight Piesold S.A. y CODELCO División Norte. Mayo 2009.
- “Determinación de dirección de flujo de aguas subterráneas en pozo único en sector cuenca de Calama, mediante instrumentación nuclear”. Usuario: Knight Piesold S.A. y CODELCO División Norte. Julio 2009.
- Informe ejecutivo “Asesoría en calibración electrónica a equipo medidor de humedad Hidroprobe 503”. Usuario: Teknoriego Ltda. Octubre 2009.
- “Determinación de velocidades y esquemas de flujos de aguas subterráneas en pozos de sector Tranque Carén de CODELCO Chile, División El Teniente, comuna de Alhué, mediante ensayos de dilución de trazador radiactivo en pozo único, para GP Consultores Ltda.” Usuario: GP Consultores Ltda. y CODELCO Central y División El Teniente. Octubre 2009.



LABORATORIO DE ISOTOPOS AMBIENTALES

Encargada de Laboratorio: Qca. Evelyn Aguirre D.
eaguirre@cchen.cl

Lineas de trabajo

- Hidrología Isotópica: Monitoreo del Ciclo Hidrológico usando isótopos estables para estudios del recurso hídrico tanto en zonas no áridas, áridas y semiáridas; determinación del origen de la recarga del agua subterránea, interconexión de acuíferos, interconexión entre aguas superficiales y subterráneas, filtraciones en lagos y embalses, caracterización de lluvias, etc.
- Medio Ambiente: Estudios de contaminación de acuíferos, determinación de ciclos fotosintéticos por discriminación isotópica.
- Servicios y asesorías: Servicios de muestreo, mediciones fisicoquímicas en terreno y análisis de contenido isotópico de Deuterio (^2H) y Oxígeno-18 (^{18}O) en aguas; Carbono-13 (^{13}C) en carbonato disuelto, sedimentos carbonatados y materia orgánica; Nitrógeno-15 (^{15}N) y Oxígeno-18 (^{18}O) en aguas. Servicio de muestreo para análisis de Tritio (^3H) y Carbono-14 (^{14}C). y asesorías en uso de técnicas con isótopos estables y espectrometría de masas.

Resultados Relevantes del Período

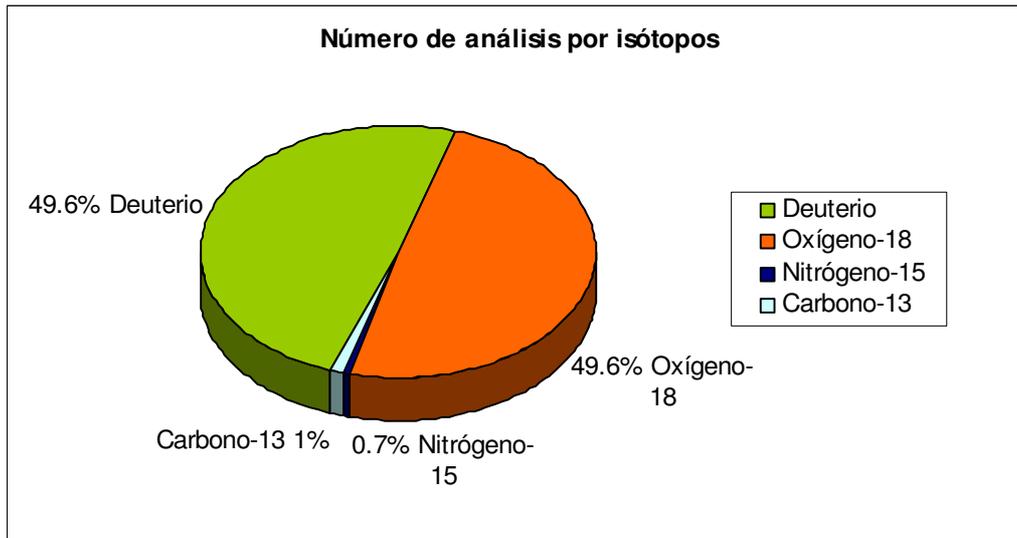
En 2009 se inició el proyecto OIEA CHI/08/029 "Evaluación del Recurso Hídrico en Cuencas Áridas del Norte de Chile Usando Técnicas Hidrogeoquímicas para un Manejo Sustentable del Recurso"; este proyecto se desarrolla en conjunto con la Universidad de La Serena y la Pontificia Universidad Católica de Chile, para lo cual se firmó un convenio de colaboración entre las partes. Para el desarrollo del proyecto, el Laboratorio de Isótopos Ambientales recibió un Espectroscopio Laser (Liquid Water Isotope Analyzer) que permite medir los isótopos de Deuterio y Oxígeno 18 en muestras de agua y que tiene una capacidad de análisis de 30 muestras/día.

El Laboratorio participa en la red para el Monitoreo de Precipitaciones GNIP (Global Network for Isotopes Precipitation), establecido con el OIEA (Organismo Internacional de Energía Atómica) y la OMM (Organización Meteorológica Mundial), para la cual se determinó el contenido isotópico de Deuterio y Oxígeno-18 en lluvias correspondientes al año 2008 de las Estaciones Meteorológicas de Chile de Quinta Normal Santiago, Isla de Pascua, La Serena, Puerto Montt y Punta Arenas. La información recopilada por el GNIP tiene como objetivo principal la recopilación de estos datos isotópicos de precipitación para uso en estudios hidrogeológicos, oceanografía e investigaciones relacionadas con el ciclo del agua e investigaciones de cambio climático y calentamiento global. También se envía esta información al Instituto Nacional de Estadísticas (INE) para los registros del Anuario de Estadísticas Medioambientales.

El Laboratorio como miembro del IHAN, (Isotopes Hydrology Analysis Network) participó en la Intercomparación organizada por el OIEA, logrando sus resultados en el rango de aceptación que se exige.

El Laboratorio asesora y ofrece servicios de análisis isotópicos a la comunidad científica del país y otros países de la región, colaborando y contribuyendo en estudios e investigaciones en el área de Hidrología y Medio Ambiente, asistiendo a empresas nacionales e internacionales; en ese ámbito se recibió a la becaria del OIEA, Sra. Jeanette Ascencio procedente de El Salvador.

El Laboratorio realizó análisis isotópicos a empresas nacionales e internacionales del área minera, industrial, sanitarias, universidades, geotermia, etc. elaborando 29 informes técnicos superando lo proyectado para el año 2009. En las figuras siguientes se muestran los porcentajes y el número de los distintos análisis realizados.





Participación Internacional

- Red Global para monitoreo Isotópico de las Precipitaciones, GNIP (Global Network for Isotopes Precipitation) que coordina el OIEA y la OMM (Organización Meteorológica Mundial). En Chile se monitorean mensualmente las precipitaciones, determinando los contenidos isotópicos de Deuterio y Oxígeno-18 de las Estaciones Meteorológicas de Quinta Normal Santiago, Isla de Pascua, La Serena, Puerto Montt y Punta Arenas; además se extraen muestras para análisis de tritio en las mismas estaciones.

Participación Nacional

- Convenio con la Universidad de La Serena para desarrollar el estudio “Establecimiento de arbustos nativos en zonas áridas, compromiso entre tolerancia sombra y sequía”, proyecto que cuenta con financiamiento de FONDECYT.

Publicaciones Internacionales

- “Recarga y determinación de contaminación usando isótopos ambientales en la cuenca de Santiago de Chile”. S. Iriarte; M. Atenas, E.Aguirre, C.Tore. Abril 2009. IAEA TECDOC 1611 “Estudios de Hidrología Isotópica en América Latina 2006”.
- “¿Prosopis chilensis como planta nodriza?, leguminosa arbórea nativa del norte-centro de Chile”. Mario F. León, Nancy Olivares, Francisco Squeo y Evelyn Aguirre. Octubre 2009. VII Simposio de Recursos Genéticos para América Latina y el Caribe, Pucón, Chile.

Informes Técnicos

- “Monitoreo de Precipitaciones año 2008”. E. Aguirre, M. Gallardo, P. Moya. 2009.



SECCION METROLOGIA QUÍMICA

Jefe de Sección: Qco. Oscar Andonie Z.
oandonie@cchen.cl

Líneas de Trabajo

- Operación de la facilidad de análisis por activación neutrónica del Reactor Nuclear de Investigación RECH-1, para determinación de elementos traza y/o determinación de pureza radionucleida, en muestras de origen biológico (vegetales, marinos, tejidos humanos y de animales), geológico (suelos, sedimentos, minerales), medioambiental (material particulado, alimentos), cerámicas arqueológicas y muestras de procesos, entre otras.
- Certificación de materiales. Cooperación en la certificación de Materiales de Referencias para su uso en análisis químico.
- Desarrollo de métodos primarios de análisis: Utilización de métodos absolutos de medida como métodos de referencia y en la caracterización de materiales de control y de referencia.
- Promoción de la utilización adecuada de los materiales de referencia para la calibración de instrumentos, validación de metodologías analíticas y armonización de las mediciones.
- Organización de ensayos de aptitud y rondas de intercomparación. Evaluación estadística e interpretación de los resultados.
- Optimización y validación de metodologías analíticas.

Resultados destacables del período

El Laboratorio de Análisis por Activación Neutrónica (LAAN) que pertenece a la Sección Metrología Química, mantiene un programa de aseguramiento de calidad, por lo cual se mantiene Acreditado por el INN según Norma NCh-ISO 17025:Of 2005.

La participación en Programas de Intercomparaciones durante 2009 incluyó dos programas de intercomparaciones (Estudios Pilotos, Ensayos de Aptitud y/o estudio interlaboratorios), con la finalidad de comprobar el comportamiento de los procedimientos utilizados en el laboratorio y en otro caso contribuir con la certificación de candidato a Material de Referencia. Ambos programas fueron organizados por el Organismo Internacional de Energía Atómica.

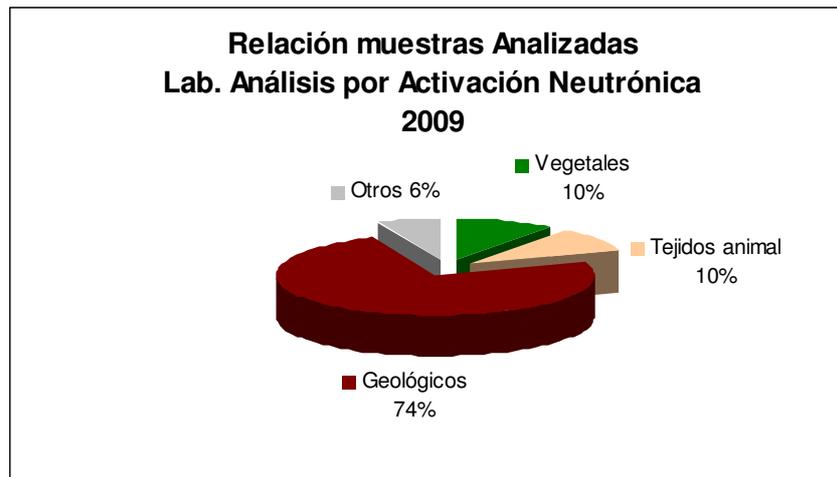
En el último trimestre de 2009 se instaló y entró en operación un sistema de activación neutrónica y medición de neutrones retardados, que permite determinar uranio en suelos, sedimentos y minerales de una manera rápida y precisa. Durante los últimos 2 meses del año 2009 se determinó el contenido de uranio a 1321 muestras provenientes de Codelco bajo el marco del convenio CCHEN-Codelco: Recuperación de Uranio en Minerales de Codelco Norte.

El proyecto Regional OIEA, RLA/8/043 "Uso de Técnicas Analíticas Nucleares y el desarrollo de una base de datos para la caracterización y preservación del Patrimonio Cultural" se dió por finalizado con la última reunión de coordinadores realizada en Quito, Ecuador en Noviembre del 2009. Este proyecto permitió la creación de un software para una base de datos para la caracterización y preservación del patrimonio cultural de toda la región latinoamericana. En esta base de datos se puede mantener diferentes campos (geográficos, arqueológicos, culturales, químicos, físicos entre otros) lo que permite, entre otras cosas, enriquecer el conocimiento sobre las culturas pasadas, además de ser una fuente de información para investigadores de arqueología y en historia del arte. A la fecha, el LAAN, con la colaboración de arqueólogos nacionales, ha ingresado en la base los datos de 563 fragmentos de cerámicas prehispanas de Chile. La base de datos está alojada en el servidor del Centro Atómico Ezeiza (CAE), Argentina, y es administrada por personal del CAE. (<https://urq1.cnea.gov.ar/proyecto/index.html>)

En el proyecto 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 agua superficiales en Latinoamérica”, se realizó la armonización de metodologías analíticas entre la Universidad Católica del Norte y la CCHEN utilizando muestras de aguas tomadas en el río Loa. También se organizó un ensayo de aptitud en sedimento y agua para los 12 países participantes del proyecto cuyos resultados fueron tratados en Taller realizado en Costa Rica en el mes de Mayo de 2009.

En otro ámbito, la Sección desarrolló la metodología para la determinación elemental y de composición isotópica en muestras de uranio natural y altamente enriquecido y la metodología para el análisis isotópico de muestras naturales de origen biológico, ambos usando ICP-MS.

Como servicios de análisis tanto a usuarios internos como externos a la institución, durante 2009 el laboratorio de análisis por activación neutrónica realizó un total de 4373 determinaciones analíticas. El gráfico siguiente muestra los principales tipos de muestras analizadas y el porcentaje de cada una de ellas con relación al total de determinaciones.



Participación Internacional

- 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 agua superficiales en Latinoamérica” cuyo objetivo es desarrollar, estandarizar y armonizar metodologías analíticas y capacitar recursos humanos para la evaluación de la calidad del agua y el transporte de metales en cuerpos de agua superficiales en países de la región.
- Proyecto ARCAL RLA/8/043. “Uso de Técnicas Analíticas Nucleares y el desarrollo de una base de datos para la caracterización y preservación del Patrimonio Cultural”. Proyecto regional que finalizó en 2009 y cuyo objetivo fue contribuir al estudio y preservación del patrimonio cultural nacional, proveyendo información analítica para su caracterización y contextualización.
- Proyecto IAEA CHI/7/012. “Desarrollo de nuevas metodologías para la cuantificación de especies inorgánicas y metiladas de arsénico y plomo plasmático como indicadores biológico de la exposición ocupacional y ambiental” que busca contribuir a la vigilancia de la salud pública en Chile a través del desarrollo y aplicación de metodologías para la determinación de arsénico y plomo como indicadores biológicos de la exposición laboral y ambiental.



- Proyecto ARCAL RLA/2/013. “Estudios de correlación entre la deposición atmosférica y los problemas sanitarios en Latinoamérica: Técnicas analíticas nucleares y el biomonitoreo de la contaminación ambiental”.
- Proyecto ARCAL RLA/2/014. “Preparación y caracterización de materiales de referencia secundarios utilizando técnicas analíticas nucleares y relacionadas” que busca armonizar los estándares nacionales y regionales relacionados a control de calidad de alimentos para que sean utilizados por laboratorios que certifiquen la inocuidad de alimentos de exportación.
- Proyecto ARCAL RLA/5/054. “Programa Regional de Biomonitoreo de Elementos Químicos y Compuestos Orgánicos Persistente en Moluscos y Peces para establecer su inocuidad alimentaria en Latinoamérica y El Caribe” que persigue determinar el impacto de ciertas actividades en la inocuidad alimentaria de peces y moluscos de consumo habitual.
- Programas de Intercomparaciones:
 - o Trace Elements and Methylmercury in Scallop: IAEA-452, IAEA MEL Intercomparison Exercise.
 - o The IAEA CU-2009-02 Regional proficiency test on the determination of Trace elements in algae and water, TC project RLA2/014.

Publicaciones Internacionales

- “Análisis por Activación Neutrónica Instrumental de Alfarería Aconcagua en el Valle del Río Maipo, Chile”. Fernanda Falabella y Oscar Andonje. Octubre 2009. II Congreso Latinoamericano de Arqueometría, Lima, Perú.



SECCION DESARROLLOS INNOVATIVOS

Jefe de la Sección: Dr. Lipo Birstein F.
lbirstein@cchen.cl

Líneas de Trabajo

- Desarrollo de tecnologías de apoyo a grupos de investigación de la CCHEN.
- Técnicas de alto vacío.

Resultados relevantes del periodo

Para el Departamento de Producción y Servicios, se está desarrollando una Gamma-Cámara de tamaño pequeño para estudios con animales, la cual está operativa en su primera fase. Las imágenes logradas son muy simples, sin embargo permiten evaluar las características de resolución espacial del sistema de división de carga y el software que permite construir imágenes en la pantalla de una PC. Durante 2010 se trabajará ahora sobre objetos reales (animales pequeños), usando fuentes de Tecnecio-99m y se incluirá un colimador reticulado para optimizar las imágenes.

En el periodo se desarrolló una serie de tres programas denominados RPDC, RPDC3 y RPDC6, diseñados en Visual Basic y utilitarios para cálculos Dosimétricos de radiación gamma y neutrones. Estos programas fueron habilitados para uso de personal de Protección Radiológica entre otros.

También se desarrollaron programas de cálculo y modelamiento matemático como apoyo de proyectos; se ha cuidado de ofrecer una presentación confiable, específica para su aplicación y totalmente amigable para el usuario. Entre éstos cabe mencionar el denominado "Peltier" que es un programa de modelamiento matemático y evaluación de celdas de enfriamiento por efecto Peltier, para dispositivos semiconductores tales como arreglos de fotodiodos para imágenes y detectores de partículas cargadas de alta resolución; y el denominado "Antoine; programa que permite calcular presiones de vapor en función de la temperatura para diversos compuestos específicamente usados como agentes de quenching en la fabricación de contadores Geiger Müller, los cálculos se realizan a partir de la ecuación Termodinámica de Antoine.

En el periodo se ha mantenido en operación la planta de producción de nitrógeno líquido proveyendo de este elemento a todos los grupos de trabajo CCHEN que lo han requerido para el adecuado desempeño de numerosos detectores de radiación.

Informes Técnicos

- "Mini Gama Cámara para Animales Pequeños". H. Loyola, L. Birstein. Diciembre 2009.