



GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA
Y SEGURIDAD

CNEA - NT 25 / 89

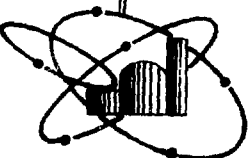
(CNEA -
REPO-43)

CNEA-NT 25 / 89

PROYECTO ARGENTINO PARA LA ELIMINACION
DE RESIDUOS RADIOACTIVOS DE ALTA ACTIVIDAD

PALACIOS, E.; CIALLELLA, N; PETRAITIS, E.

COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
BUENOS AIRES - ARGENTINA



REPUBLICA ARGENTINA
COMISION NACIONAL DE ENERGIA ATOMICA
Dependiente de la Presidencia de la Nación
GERENCIA DE PROTECCION RADIOLOGICA Y SEGURIDAD

(CNEA-
REPO-43)

CNEA-NT 25 / 89

PROYECTO ARGENTINO PARA LA ELIMINACION
DE RESIDUOS RADIOACTIVOS DE ALTA ACTIVIDAD

PALACIOS, E.; CIALLELLA, N.; PETRAITIS, E.

BUENOS AIRES
1989

INIS CLASSIFICATION AND KEYWORDS

E 52.00 F12.00

ARGENTINA
CONTAINERS
COST ESTIMATION
DOSE COMMITMENT
GRANITES
HIGH-LEVEL RADIOACTIVE WASTES
RADIOACTIVE WASTE DISPOSAL
RADIOLOGICAL IMPACT (*)
SITE SELECTION
UNDERGROUND DISPOSAL

(*) Not shown in INIS Thesaurus 1989.

**PROYECTO ARGENTINO PARA LA ELIMINACION FINAL
DE RESIDUOS RADIOACTIVOS DE ALTA ACTIVIDAD**

Palacios, E.; Ciallella, N ; Petraitis, E.

1. INTRODUCCION

La Argentina está llevando a cabo desde 1980 un programa de investigación sobre la eliminación final de residuos radiactivos de alta actividad. Estos residuos se generan como consecuencia del funcionamiento de una central nuclear, y serán significativos en Argentina a partir del próximo siglo. Argentina prevé reprocesar los elementos combustibles irradiados, reciclar el uranio y el plutonio para producir energía, y el producto remanente, que constituyen los residuos de alta actividad, serán finalmente incluidos en una matriz vítrea.

La posible alternativa de eliminar elementos combustibles sin reprocesar ha sido descartada, no sólo por la importancia energética del plutonio contenido en los mismos, sino también por motivos ecológicos. En efecto, la presencia del inventario total de actínidos en el combustible no reprocesado implicaría un impacto radiológico más importante que si se recicla el plutonio para producir energía.

La decisión de resolver los aspectos tecnológicos de la eliminación de residuos de alta actividad con anticipación tiene por finalidad evitar la transferencia del problema a las generaciones futuras. Esta decisión está basada no sólo en evaluaciones técnicas sino también en premisas éticas, dado que se considera que son las generaciones que gozan de los beneficios de la energía nuclear, y no las futuras, las que deben dar las soluciones necesarias.

2. ELIMINACION DE RESIDUOS

La eliminación de los residuos radiactivos de alta actividad, acondicionados en forma sólida y ubicados en formaciones geológicas profundas de adecuadas características, es una solución que presentará para las generaciones presentes y futuras riesgos que no serán mayores que los riesgos aceptados normalmente en la vida diaria.

El objetivo básico en la eliminación de los residuos radiactivos es mantenerlos aislados de la biósfera durante el período necesario para que decaigan suficientemente.

Evaluaciones realizadas en la década del 70 mostraron que la eliminación de residuos radiactivos en rocas cristalinas, a 500 m o más de profundidad, reduciría suficientemente el impacto radiológico global. Por tal motivo, y teniendo en cuenta las características geológicas del país, se

decidió la eliminación de los residuos en formaciones graníticas estables, aproximadamente a 500 m de profundidad, en zonas de baja sismicidad y con escasa conductividad hidráulica.

3. ESTUDIOS DE EMPLAZAMIENTO

Los estudios de selección del emplazamiento se iniciaron en 1980. El primer paso fue analizar todos los afloramientos de rocas graníticas conocidos. Se relevaron las características petrográficas y estructurales de cada uno de los afloramientos, las dimensiones y cotas de los cuerpos rocosos y las características sísmicas e hidrogeológicas de la región, así como su potencialidad minera y petrolera. De ese modo se identificaron 198 afloramientos graníticos, distribuidos en todo el país.

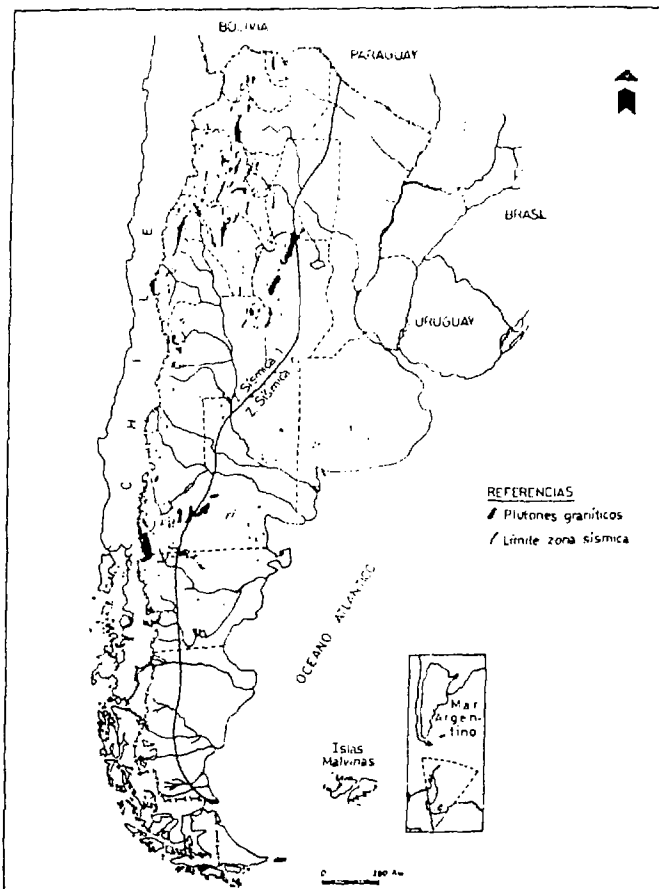


FIGURA 1
Ubicación de las formaciones graníticas

En una segunda etapa, se realizó una preselección de las formaciones identificadas en base a los siguientes criterios de exclusión: a) cuerpos

ubicados dentro de zonas de elevada sismicidad; b) cuerpos ubicados en áreas de explotación minera o petrolera, actual o potencial; c) cuerpos con características petrográficas de la roca que denotan alteraciones importantes, tales como un avanzado estado de erosión o descomposición; y d) cuerpos ubicados en áreas de conocidas características hidrogeológicas desfavorables. La preselección permitió elegir siete cuerpos ubicados en las provincias del Chubut y Río Negro, al sur del país.

Una tercera etapa, basada en un relevamiento de los cuerpos graníticos preseleccionados, permitió identificar los macizos La Esperanza y Chasicó, en la provincia de Río Negro, y Sierra de Calcatapul y Sierra del Medio, en la Provincia del Chubut, como los más apropiados para continuar los estudios de detalle.

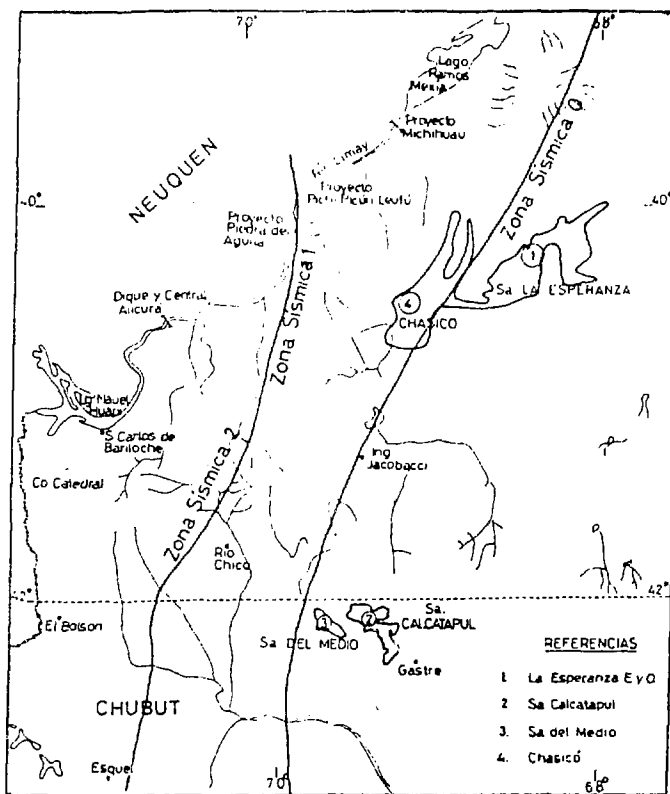


FIGURA 2

Ubicación de las formaciones graníticas preseleccionadas

Los estudios se iniciaron en el cuerpo granítico de Sierra del Medio, de acuerdo al siguiente esquema: a) fotointerpretación; b) análisis estadístico de alineaciones; c) reconocimiento geológico y geofísico del macizo rocoso; d) perforaciones intermedias hasta 200 m; e) análisis geomorfológico e hidrogeológico regional; y f) perforaciones profundas de pequeño diámetro hasta 800 m.

Como apoyo al relevamiento fotogeológico, se investigó expeditivamente la composición petrográfica del cuerpo granítico mediante una serie de perfiles transversales, con muestreo de las facies más significativas. Estas muestras fueron analizadas macro y microscópicamente, determinándose así las variedades de roca presentes en todo el macizo. Simultáneamente se efectuaron determinaciones geofísicas preliminares, cuyo objetivo básico fue comprobar el comportamiento de los bordes de la sierra granítica y la eventual presencia de fenómenos estructurales vinculados con el ascenso del bloque rocoso. Se relevaron también perfiles con métodos sismológicos y geoelectricos.

En base al análisis de alineaciones y al reconocimiento geológico y geofísico del macizo, se hicieron diez perforaciones para la investigación petrográfica y estructural. Estas perforaciones, cuyas profundidades varían de 200 a 280 m, permitieron estudiar exhaustivamente los bordes del área seleccionada y las fracturas, diques y otras anomalías superficiales en profundidad. Los resultados obtenidos fueron analizados por técnicas de geoestadística.

Posteriormente, se hicieron cuatro perforaciones de hasta 800 m de profundidad y entre 45 y 76 mm de diámetro, con la finalidad de estudiar las características petrográficas de la roca y el comportamiento potencial del agua subterránea que se desplaza en sus profundidades.

Se han realizado también estudios geológicos de los cuerpos volcánicos existentes en la fosa de Gastre, que circunda a la Sierra del Medio. Estos estudios han tenido por objeto determinar la influencia pasada y futura de las erupciones volcánicas sobre la estabilidad de la Sierra. Los estudios realizados han permitido establecer que las coladas no han producido alteraciones en la sierra y que las edades de las mismas, determinadas mediante el método del Ar-K, son mayores a los ochocientos mil años superando en algunos casos los tres millones de años. Estos resultados han coincidido con los obtenidos mediante estudios de datación aplicando técnicas de paleomagnetismo.

Próximamente, comenzarán las investigaciones hidrogeológicas de detalle sobre el terreno seleccionado, a fin de determinar la conductividad hidráulica del macizo y de realizar distintas determinaciones químicas y físico-químicas en las perforaciones más profundas. La medición de la conductividad hidráulica y el muestreo para caracterizar el agua existente en el macizo rocoso serán realizados con un equipo especial que permite hacer ensayos *in situ* de medición de conductividad hidráulica y determinación del pH, potencial redox y conductividad, como así también extraer muestras de agua para análisis físico-químico y de datación en laboratorio.

4. BARRERAS DE INGENIERIA

Los residuos radiactivos provenientes del reprocesamiento de elementos combustibles irradiados serán incluidos en una matriz vítrea del tipo borosilicato, dentro de un recipiente de acero inoxidable. Este recipiente será recubierto con una pared de plomo de 10 cm de espesor aproximadamente, protegido exteriormente por una lámina metálica.

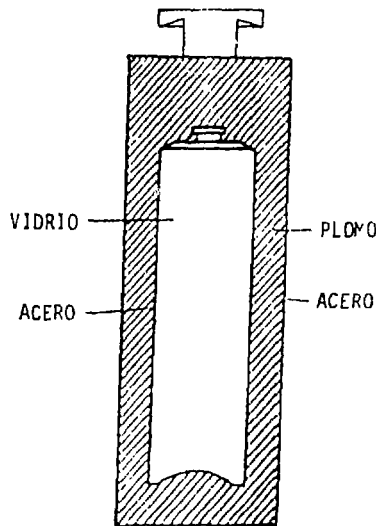


FIGURA 3
Diseño conceptual del contenedor

Se fijó el contenido de óxidos de productos de fisión y transuránidos en la matriz vítrea en el 10% del peso. Además, se limitó el tiempo mínimo de decaimiento de los residuos, desde el momento que son retirados del reactor, en 20 años. La potencia térmica de cada contenedor será de 500 W.

Una barrera de ingeniería adicional es el sellado final de las aberturas con un material de relleno que oponga una gran resistencia a la llegada del agua y a la migración de los radionucleidos. Esto se logrará con una mezcla de arena y bentonita de alta capacidad de retención, con la cual se rellenarán todas las aberturas efectuadas en el repositorio.

5. AISLAMIENTO GEOLOGICO

Al eliminar en un macizo granítico estos residuos que generan calor, la temperatura de la roca se elevará en la zona próxima al repositorio. Este incremento de temperatura puede provocar distintos fenómenos en el granito, tales como descomposición de la roca, agrietamiento por dilatación diferencial, etc. A fin de garantizar las propiedades originales del gra-

nito y del material de relleno, se estableció como valor de diseño, que dicha temperatura no supere los 60°C en ningún punto de la roca.

6. BASE DE DISEÑO PARA EL REPOSITORIO

El repositorio deberá albergar los residuos producidos por seis centrales de aproximadamente 600 MWe con una potencia instalada de 3,4 GWe que operarán durante 30 años. El reprocesamiento de los elementos combustibles utilizados para generar esa energía y su posterior vitrificación producirá alrededor de 3000 contenedores de las características descritas en el punto 4. Asimismo, se deberán prever futuras ampliaciones del repositorio en la medida en que se amplíen las necesidades del programa nuclear.

Estudios de la evolución temporal de la temperatura en una formación granítica muestran que el límite de 60°C, como temperatura máxima de diseño en la roca, requiere una separación entre contenedores de aproximadamente 5 m y una densidad de potencia térmica en el plano horizontal del repositorio de 5 W/m².

Los contenedores serán depositados en posición vertical, en agujeros construidos en el piso de las galerías, las cuales estarán separadas 20 m entre sí. Los agujeros tendrán un diámetro de 1 m y una profundidad de 4,5 m aproximadamente.

7. ANTEPROYECTO DE INGENIERIA

Con la finalidad de estudiar la factibilidad del proyecto y de obtener una primera evaluación de costos del repositorio, se realizó un anteproyecto de ingeniería. El anteproyecto incluye el diseño conceptual del repositorio a 500 m de profundidad, las obras de acceso, el equipamiento para la transferencia de contenedores y material de relleno y los mecanismos de izamiento de equipos y personal.

Se analizaron tres alternativas de acceso: a) por laboreo vertical o pique; b) por laboreo inclinado; c) por laboreo combinado. En la fig. 4 se observa la idealización del repositorio.

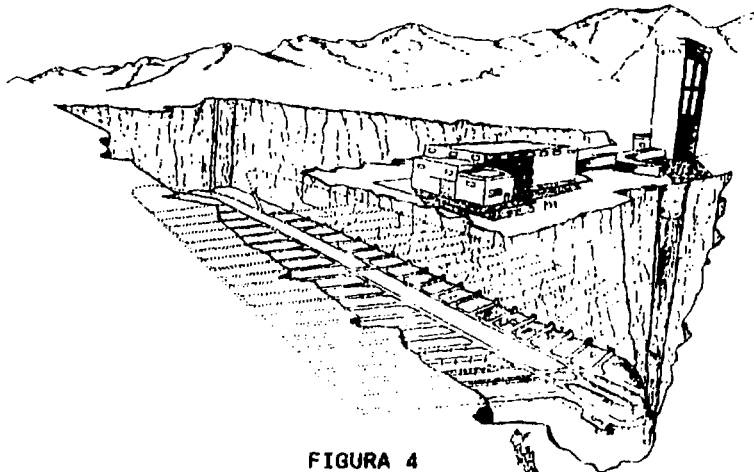


FIGURA 4

El diseño de las obras de acceso y galerías y los procedimientos de excavación se analizaron tanto desde el punto de vista técnico-económico como desde el de las tensiones que introducen en el macizo rocoso.

Los contenedores arribarán al repositorio transportados en camiones con una frecuencia estimada de 60 contenedores por año y serán descargados en un depósito de transferencia en el cual permanecerán hasta su eliminación definitiva.

El transporte de los contenedores hasta el agujero de eliminación se realizará mediante un módulo de transporte cuyo diseño esquemático se observa en la siguiente figura.

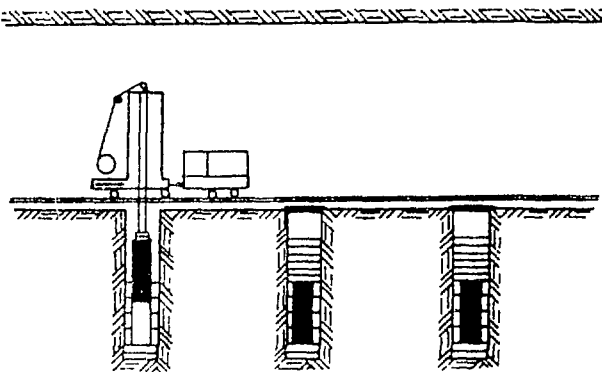


FIGURA 5

8. COSTO DEL REPOSITORIO

El costo estimado de la obra es de 350.10^6 u\$s a valores de 1989, estando contemplado en el mismo los costos del proyecto definitivo, construcción, operación y cierre de la instalación. Este valor representa una incidencia en el costo del KWh del orden del 1,5%.

9. TRANSPORTE

El transporte de los contenedores hacia el repositorio podrá realizarse sin ninguna restricción especial. Para ello, el diseño de los contenedores deberá cumplir con los requisitos del Reglamento para el Transporte Seguro de Material Radiactivo del Organismo Internacional de Energía Atómica (OIEA). Según este Reglamento, los contenedores deberán soportar una caída desde 9 m de altura sobre una superficie rígida, seguida de un incendio que los mantenga durante media hora a una temperatura de 800°C, sin que se libere material radiactivo al medio ambiente. Se prevén como alternativas de estudio el transporte por carretera, por tren o soluciones mixtas.

10. IMPACTO RADIOLOGICO

La gestión de los residuos radiactivos de alta actividad, como las demás etapas del ciclo de combustible nuclear, se realiza teniendo en cuenta los criterios de protección radiológica internacionalmente aceptados. Es decir, se pretende evitar la ocurrencia de efectos no estocásticos, limitar la probabilidad de ocurrencia de efectos estocásticos y reducir tanto como sea razonable el detrimento colectivo.

Los efectos no estocásticos se evitarán diseñando el contenedor de forma tal que los mantenga convenientemente aislados durante los primeros 1000 años, período suficiente para que los productos de fisión hayan decaído.

Para limitar el riesgo individual a niveles suficientemente bajos, que no representen más que una pequeña fracción de los riesgos normalmente aceptados en la vida diaria, además de aislarlos totalmente durante los primeros 1000 años, los residuos son incluidos en una matriz vítrea del tipo borosilicato, de muy baja tasa de lixiviación, con lo cual se lograrían tiempos de retardo de 10.000 años o más.

Para cumplir con el criterio de reducir tanto como sea razonable el detrimento colectivo, los residuos serán colocados en una formación geológica, a 500 m de profundidad, que retarde la llegada de los nucleidos a la biosfera 100.000 años o más.

Una vez transcurrido el período de aislamiento con barreras de ingeniería, el contenedor se corroerá por la acción del agua y los radionucleidos comenzarán a lixiviar, migrando hacia la biósfera, transportados por las aguas subterráneas circundantes, único medio real por el cual los radionucleidos involucrados regresan al medio ambiente.

Este transporte de sustancias radiactivas es un proceso muy lento ya que, al interactuar física y químicamente con su entorno, los radionucleidos se mueven mucho más lentamente que el agua, provocándose así un retardo efectivo entre cien mil y un millón de años en su camino a la biosfera.

Asumiendo la hipótesis pesimista, que la barrera geológica provoque un retardo de 10^5 años, la dosis colectiva en la población mundial debida a un repositorio que contenga los residuos de alta actividad originados por 6 centrales de 600 MW(e) operando durante 30 años cada una de ellas, será de $4 \cdot 10^3$ Sv. hombre. Esta dosis colectiva es numéricamente igual a las que recibe la población mundial expuesta a la radiación natural durante 30 minutos.

Si se considera que toda el agua que consumen los individuos más expuestos proviene de un manantial de la zona al que llegarían los radionucleidos del repositorio, las dosis resultantes en el grupo crítico sería de algunas centésimas de μ Sv. Esta dosis equivale a medio día de exposición de esos mismos individuos a la radiación natural. Debe mencionarse finalmente que esta dosis se incurriría dentro de 10^5 años.

11. CRONOGRAMA DEL PROYECTO

- 1980 - Inicio del relevamiento de los terrenos geológicos.
- 1982 - Inicio del estudio de factibilidad y anteproyecto de ingeniería para la construcción del repositorio.
Inicio del estudio de matrices vitreas por fusión y por sintergado.
- 1983 - Inicio de los estudios de corrosión de los materiales estructurales del repositorio.
- 1986 - Inicio del estudio geológico de los cuerpos volcánicos de la fosa de Bastero que rodean a la Sierra del Medio.
- 1987 - Inicio del desarrollo y construcción del equipamiento para mediciones de conductividad hidráulica.
- 1990 - Inicio del estudio geológico e hidrogeológico de detalle del emplazamiento prescrito en la Sierra del Medio. El mismo comprenderá las siguientes actividades:
- Determinación de los principales usos geológicos característicos de la zona de emplazamiento, tales como: matriz, conductividad hidráulica del macizo rocoso, permeabilidad primaria y secundaria, agua subterránea, perfiles de saturación y presión del agua. Estos estudios se realizarán en perforaciones que lleguen hasta 1000 m de profundidad.
 - Geología de detalle.
 - Investigaciones geotécnicas.
 - Perfilajes de las perforaciones mediante la medición de: desviación e inclinación de las perforaciones, radiación gamma natural, resistencia puntual, resistividad, potencial espontáneo, temperatura y orientación de los ejes.
 - Mecánica de roca sobre testigos.
 - Modelar el comportamiento hidrogeológico.
- 1996 - Construcción de un pique exploratorio.
- 1998 - Construcción de un laboratorio de mecánica de roca a la profundidad del repositorio.
- 2002 - Inicio de la elaboración del proyecto definitivo.
- 2005/10 - Inicio de la construcción del repositorio.
- 2010/15 - Puesta en operación del repositorio.
- 2070/75 - Cierre del repositorio.

- REPO-01 Beninson, D.; Migliori de Beninson, A.
"Radiological impact of radioactive waste management"
- REPO-02 Lucero Michaut, H.
"Aplicación de la geoestadística a la resolución de problemas estructurales en macizos rocosos homogéneos"
- REPO-03 Ventura, M.; Ferreri, J.C.
"Evolución temporal de un macizo granítico bajo cargas térmicas generadas por productos de fisión"
- REPO-04 Ventura, M.; Ferreri, J.C.
"Evolución temporal de un macizo granítico bajo cargas térmicas generadas por productos de fisión (estudio paramétrico)"
- REPO-05 Beninson, D.
"Radioactive emissions and radiation exposures resulting from nuclear power production"
- REPO-06 Beninson, D.; Lindell, B.
"Application of ICRP recommendations to radioactive waste isolation"
- REPO-07 Migliori de Beninson, A.; Cancio, D.
"Impacto radiológico de la gestión de residuos radiactivos del Programa Nuclear Argentino"
- REPO-08 Migliori de Beninson, A.; Palacios, E.
"Política en materia de gestión de desechos y su aplicación en Argentina"
- REPO-09 Palacios, E.; et al.
"Bases conceptuales para la construcción de un repositorio en la Argentina".
- REPO-10 Palacios, E.; et al.
"Estudios para la selección del emplazamiento de un repositorio en Argentina"
- REPO-11 Matar, J.A.; Girardi, J.P.; Matar de Sarquis, M.
"Aplicación de técnicas geoestadísticas al estudio de una formación granítica destinada a la construcción de un repositorio"
- REPO-12 Ferreri, J.C.; VENTURA, M.
"Numerical aspects of the study of the regional thermal impact of a radioactive waste repository"
- REPO-13 Ferreri, J.C.; Caballero, C.H.
"Difusión de calor a partir de una fuente plana rectangular finita"
- REPO-14 Beninson, D.; González, A.J.
"Radiological protection criteria for radioactive waste repositories"
- REPO-15 Palacios, E.; Ferreri, J.C.
"Marco conceptual para el desarrollo de los modelos de predicción de los efectos locales de un repositorio de residuos radiactivos de alta actividad"

- REPO-16 Ferreri, J.C.; Ventura, M.
"Aspectos numéricos del modelado de los efectos locales de un repositorio de residuos radiactivos de alta actividad".
- REPO-17 Beninson, D.
"Criterios de radioprotección en el caso de eventos disruptivos probabilísticos"
- REPO-18 Ferreri, J.C.; Grandi, G.
Models for the study of the local effects produced by a high-level radioactive waste repository".
- REPO-19 Beninson, D.J.; et al
"The Argentine Radioactive Waste Repository: Basic Criteria, preliminary siting and design conceptual Basis".
- REPO-20 De Micheli, S.M. de; et al.
"Uso del plomo en contenedores de residuos radiactivos de alta actividad: estudio de resistencia a la corrosión."
- REPO-21 Perucca, J.C.; et al
"Investigaciones geológicas e hidrológicas con procesamiento geoestadístico en la preselección del emplazamiento de un repositorio subterráneo para los residuos radiactivos de alta actividad del Programa Nuclear Argentino".
- REPO-22 Varani, J.L.; et al.
"Analysis of different vitreous matrices of the borosilicate type for solidification of high level radioactive waste".
- REPO-23 Varani, J.L.; Petraitis, E.J.; Vazquez, A.
"Vitrificación de residuos radiactivos líquidos de alta actividad".
- REPO-24 Varani, J.L.; Petraitis, E.J.; Pasquali, R.C.
"Evaluación de matrices vítreas para inclusión de residuos radiactivos"
- REPO-25 Russo, D.; Messi de Bernasconi, N.; Audero, M.
"Fijación de residuos de alta actividad en matriz vítrea sinterizada"
- REPO-26 Wetten, C.; Grassi, J.I.
Hydrogeological features of a rocky massif to be used as a nuclear repository"
- REPO-27 GIRARDI, J.P.; Matar de Sarquis, M
Selection of a minimum fracturation area by means of geostatistic for emplacement of subsurface civil works of a nuclear repository in crystalline rock".
- REPO-28 Matar, J.A.; et al
Geostatistical investigation of rock masses. The Sierra del Medio case (Argentina)".
- REPO-29 Perucca, J.C.; et al.
Geological and geophysical investigations at Sierra del Medio Massif - Argentina".
- REPO-30 Russo, D.O.; Messi de Bernasconi, N.; Audero, M.A.

"Inmovilización de residuos de alta actividad en vidrios sinterizados: I) Proceso de prensado en caliente".

- REPO-31 Bevilacqua, A.M.; et al.
" Inmovilización de residuos de alta actividad en vidrios sinterizados: II) Proceso de prensado a temperatura ambiente".
- REPO-32 Ventura, M.
Predicción de la migración de radionucleidos en un medio rocoso. Parte I".
- REPO-33 Ventura, M.
Predicción en la migración de radionucleidos en un medio rocoso. Parte II-Caso bidimensional".
- REPO-34 Palacios, E.
"Política argentina para la eliminación de residuos radiactivos".
- REPO-35 Pahisa, M., et al.
"Primeros ensayos vinculados a la vitrificación de residuos líquidos de alta actividad"
- REPO-36 Palacios, E.
Criterios y opiniones utilizados en Argentina para la eliminación de Residuos.
- REPO-37 Grandi, G.M.; Ferrari, J.C.
Code for the numerical prediction of hydrodynamic in fracture porous media.
- REPO-38 Grandi, G.M.
Modelos computacionales de la hidrodinámica de medios porosos fracturados.
- REPO-39 Pressz, R.; González; Delahaye, C.
Estabilidad de cámaras y pilares en un anteproyecto de repositorio de residuos nucleares para Argentina.
- REPO-40 Oliveira, A; Palacios, E.
Impacto radiológico de la eliminación de residuos radiactivos de alta actividad en un macizo granítico. Análisis preliminar.
- REPO-41 Ciallella, N; Petraitis, E.
Eliminación final de residuos de alta actividad.
- REPO-42 Messi de Bernasconi, N; Russo, D.O.; Audero, M.A.
Inmovilización de residuos nucleares de alta actividad en vidrios sinterizados. Estudio de un vidrio de origen volcánico.
- REPO-43 Palacios, E; Ciallella, N; Petraitis, E.
Proyecto Argentino para la eliminación de residuos radiactivos de alta actividad.
- REPO-44 Cassibba, B.O.
Repositorio subterráneo de desechos radiactivos. Evaluación de las barreras Físico-Químicas y estudio de las velocidades.
- REPO-45 Ventura, M.
Caracterización conceptual del sistema de fracturas del medio ro-

coso de Sierra del Medio (Chubut).

- REPO-46** Perucca, J.C.; Matar, J.A.; Regaizaz, G.A.; Wetten, C. de Marquis, M.A.
Investigación en la preselección de un repositorio para residuos radiactivos en Argentina.
- REPO-47** Grassi, J.I.; Salinas L.I.; Matar de Sarquis, M; Perucca, J.C.
Aportes geológicos para el modelo hidráulico de un macizo rocoso en la Pcia del Chubut Rep. Argentina.
- REPO-48** Matar de Sarquis, M; Tabbia, G; Perucca, J.C.
Neotectónica como aporte a la evaluación del riesgo sísmico en el norte de la Pcia del Chubut Rep. Argentina.
- REPO-49** Ciallolla, N; Petraitis, E.
Evaluación de alternativas de eliminación de residuos radiactivos de alta actividad.
- REPO-50** Place, F; Petraitis, E.
Evaluación de los costos de construcción, operación y cierre de un repositorio en Argentina.