

## Posicionamiento de APDH ante la explotación de uranio y desarrollo de centrales nucleares

En vista de las intenciones del gobierno nacional de construir una planta de energía nuclear en la provincia de Río Negro, sumado al actual desarrollo del Plan Nuclear Argentino, consistente en extraer, procesar y enriquecer uranio para comercializar en mercados internacionales, la APDH estima necesario objetar estos planes basándose en los siguientes considerandos:

- Que el estado nacional, por medio de la Comisión Nacional de Energía Atómica (CNEA) y la Autoridad Regulatoria Nuclear (ARN), ha demostrado una total falta de responsabilidad por los daños causados por sus explotaciones mineras y de procesamiento de uranio. La experiencia de más de 60 años de minería uranífera ha dejado un legado de contaminación, y abandono en todo el país, sembrando la desconfianza en la población y oposición a las actividades de la CNEA. Este pasivo ambiental puede verificarse en las minas Don Otto (Salta), Los Adobes (Chubut), Los Gigantes (Córdoba), La Estela (San Luis), Sierra Pintada y Malargüe (Mendoza), y Los Colorados (La Rioja). El **Anexo 1** muestra fotos de emprendimientos mineros abandonados y los pasivos ambientales asociados.

- Que las actividades de extracción, procesamiento y enriquecimiento de uranio exponen a los acuíferos subterráneos y superficiales a contaminaciones irremediables, tal el ejemplo de países que ya han realizado la misma nefasta experiencia. En su informe *“Uranium Contamination”* GAO-14-323, la Oficina del Presupuesto del gobierno de los EEUU informó en el año 2014 que los acuíferos del Colorado Plateau se encuentran contaminados con uranio más de 30 años después de haber terminado las extracciones mineras (Ver **Anexo 2**).

- Que el enriquecimiento de uranio resulta en la obtención tanto de uranio enriquecido como grandes cantidades del uranio empobrecido, para el cual no existen planes a largo plazo para la descontaminación y limpieza final. En el Informe 94 de la Jefatura del Gabinete de Ministros al Senado de la Nación (2016), en respuesta a la pregunta 191 sobre el destino final de los desechos de uranio empobrecido, el gobierno informa

*“El uranio empobrecido es un subproducto de la generación de uranio enriquecido y no es un desecho. Tiene valor comercial y queda guardado en el complejo. De acuerdo con el Estudio de Impacto Ambiental (EslA) se dispone en*

*cisternas, al igual que el uranio natural y el enriquecido; quedando bajo salvaguarda en la playa de cisternas.”*

Con lo cual queda claro el fin especulativo de estos desechos contaminantes y peligrosos, sin garantías de solución final a estos depósitos. El **Anexo 3** muestra fotos de similares plantas de almacenamiento en los EEUU.

- Que el transporte de uranio por rutas argentinas pone en peligro de intoxicación y contaminación a la población, ignorante de que por sus comunas circulan cargas en muchos casos prohibidas expresamente. El compuesto de uranio obtenido en las minas deberá transportarse hasta la planta de enriquecimiento de Pilcaniyeu, de allí el uranio enriquecido se transporta a la planta de conversión química de Dioxitek (ahora en Córdoba y luego en Formosa), luego a Ezeiza para la fabricación de las barras de combustible nuclear, y finalmente a las centrales nucleares para su uso final.

- Que la contaminación radiactiva potencial resultante de estos emprendimientos puede tardar años y décadas en manifestarse como enfermedades irremediables, tal lo experimentado por la población Navajo de los EEUU, 30 años después del cierre de las minas de uranio. La lista de enfermedades resultantes de la exposición al uranio, por sus características tóxicas y radiológicas, es tristemente larga: cánceres de distintos tipos, leucemia, afecciones pulmonares, renales y cerebrales, impactos en el sistema reproductivo, al desarrollo y crecimiento de los niños. El Concejo Nacional de Investigaciones de los EEUU en su informe *“Minería de Uranio en Virginia”* (2012) pone énfasis en las consecuencias de la exposición al uranio (**Anexo 4**). Por ser un metal pesado el uranio es tóxico al organismo afectando principalmente los riñones y el esqueleto, donde reemplaza al calcio de los huesos. Como agente radiológico las partículas y rayos contaminantes del proceso de descomposición radiactiva resultan en graves afecciones, especialmente en casos en que se ingiera o respire estos productos.

- Que la población ha esperado por años información clara y precisa sobre los efectos ambientales y en la salud de la explotación y procesamiento de uranio, sin obtener nunca respuestas concluyente a sus pedidos de información, tanto de la CNEA como de la ARN.

- Que la experiencia internacional en los Estados Unidos, Japón, la Unión Soviética, y otros países, demuestra el alto riesgo para los trabajadores y la

población ante eventuales escapes o accidentes provenientes de plantas de energía nuclear. Si bien los desastres en Fukushima, Chernobyl y Three Mile Island son los más notorios, el diario *The Guardian* del Reino Unido nos muestra una larga lista de accidentes e incidentes que incluyen pérdidas y derrames de fluidos radiactivos, sobreexposición de trabajadores, daños al núcleo del reactor, pérdidas de fuentes radiactivas, y otros (**Anexo 5**).

- Que después de más de 70 años todavía la industria nuclear no ha podido encontrar un método para descontaminar y desechar en forma segura los residuos tóxicos y radiactivos creados por esta misma industria. A falta de soluciones permanentes los residuos creados por esta industria se acumulan en túneles o depósitos, muchos de ellos abandonados a la intemperie. La contaminación de acuíferos en el Centro Atómico Ezeiza en el año 2005 ilustra este problema y da la pauta de la irresponsabilidad con que la CNEA y ARN administran estos residuos, desinforman al público, y manejan la información. Experiencias recientes como en la Planta de Acabado de Plutonio, en Hanford, EEUU, y el colapso del túnel de almacenamiento en Richmond, EEUU ponen de manifiesto los peligros a los que estos depósitos exponen a la humanidad en forma diaria debido a la falta de soluciones prácticas y seguras para el desecho de los mismos.

- Que tanto la extracción y procesamiento de uranio como el almacenamiento y disposición final de residuos contaminados genera pasivos ambientales tanto o más terribles que los gases de efecto invernadero. En el mismo informe "*Uranium Contamination*" GAO-14-323, la Oficina del Presupuesto del gobierno de los EEUU informó en el año 2014 la inversión millonaria que hace falta para restaurar y descontaminar las minas abandonadas. Como resultado de juicios por acumulación de residuos contaminantes la compañía responsable tuvo que aportar 5150 millones de dólares como compensación a la población Navajo y Estados afectados (<https://www.justice.gov/opa/pr/united-states-announces-515-billion-settlement-litigation-against-subsidiaries-anadarko>).

- Que al realizar estos experimentos nucleares se compromete la salud de futuras generaciones y al ambiente en general, sin ninguna garantía de reparación de los daños causados. Al no existir, en ninguna parte del mundo, compañías de seguros que asuman responsabilidad ante cualquier accidente en la cadena de procesamiento, la responsabilidad material por pasivos ambientales y sociales

queda expuesta a decisiones burocráticas de gobiernos provinciales y del gobierno nacional sin garantía efectiva de solución.

- Que la generación de elementos radiactivos por la actividad de minería, enriquecimiento y conversión de uranio, así como la generación de residuos resultantes de su aplicación en plantas nucleares, resulta en la acumulación de material radiactivo y tóxico con potencial de impactar la salud y contaminar el ambiente por miles de años (**Anexo 6**).

- Que la potencial creación de puestos de trabajo temporarios pretendida por el gobierno de Río Negro y las compañías mineras puede ser superada ampliamente por puestos de trabajo permanente en energías renovables, limpias y seguras. De acuerdo a la Agencia Internacional de Energías Renovables, los puestos de trabajo en energías limpias ya superan a la industria de gas y petróleo en los EEUU, Canadá, Alemania y China (**Anexo 7**).

- Que tanto técnica como económicamente existen alternativas válidas a la energía nuclear. El desarrollo de energías renovables tales como solar y eólica no puede ser ignorado en nuestro país dado el potencial natural en sus distintas regiones.

- Que ninguna de las actividades de la industria nuclear en la Argentina ha sido sujeta a consultas populares, libres e informadas, afectando los derechos específicos de los pueblos originarios ocupantes de los territorios donde se encuentran localizadas las zonas mineras.

- Que la población tiene derecho a participar en la toma de decisiones respecto a formas energéticas que afectarán su futuro y su estilo de vida, al mismo tiempo que demanda que los responsables de protección ambiental garanticen el uso y goce apropiado del ambiente para las futuras generaciones.

Por lo tanto, y teniendo en cuenta los derechos humanos básicos ya reconocidos por nuestra Constitución y acuerdos internacionales, tales como el derecho al acceso a la información, derecho al medio ambiente, derecho a la vida y sus circunstancias, como ser derecho a un ambiente sano, derecho a la calidad de vida, incluyendo protección a la niñez y ancianidad, derecho de los pueblos indígenas, y derecho a la consulta popular, la APDH se pronuncia en contra de los

planes del gobierno, tanto para la creación de nuevas centrales nucleares como para la continuación del plan nuclear argentino con su secuela de destrucción ambiental y enfermedades. El **Anexo 8** incluye una descripción de la normativa vigente en la República Argentina para la protección de los derechos humanos, sociales y ambientales.

## Anexo 1 PASIVOS AMBIENTALES

### Los Gigantes, Córdoba



*Excavaciones y pilas en Los Gigantes. Fuente: diario La Voz del Interior*

Mina Los Adobes, a escasos metros del Rio Chubut, en el centro de la meseta chubutense





## Sierra Pintada, Mendoza



*Tambores de desechos radiactivos de Dioxitek arrojados en Sierra Pintada.  
Foto: Ing. Fabio Lorenzo*



*Dique de evaporación.  
Fuente: Ing. Fabio Lorenzo*



*Cantera.  
Fuente: Div. Control Cont.  
Subd. Río Diamante*

## **Anexo 2 Informe de la Oficina del Presupuesto de los EEUU (GAO) sobre la contaminación resultante de minería de uranio en regiones pertenecientes a la población Navajo de los EEUU**

*URANIUM CONTAMINATION - Overall Scope, Time Frame, and Cost Information Is Needed for Contamination Cleanup on the Navajo Reservation (2014)*

<http://www.gao.gov/assets/670/662964.pdf>

En la sección sobre contaminación de acuíferos y derrames de sustancias tóxicas (Pagina 10) el informe dice:

*“...The tailings were of a sandy consistency and mixtures of tailings and water were placed in unlined evaporation ponds at the mill site. DOE estimates that millions of gallons of water contaminated by mill tailings were released into the groundwater over the life of the sites through the unlined ponds. In addition, on July 16, 1979, the largest release of radioactive materials in the United States occurred when a dam on one of the evaporation ponds broke at a processing site near Church Rock, New Mexico, resulting in the release of 94 million gallons of radioactive waste to the Puerco River, which flowed through nearby communities.”*

Las colas de mina tenían una consistencia arenosa y mezclas de residuos de cola y agua fueron almacenadas en el sitio de la molienda en piletas de evaporación sin protección para filtraciones. El Departamento de Energía estima que se drenaron millones de litros de agua contaminada en acuíferos subterráneos durante el tiempo de operación de las minas a través de estas piletas de evaporación. Además, el 16 de Julio de 1979 ocurrió el derrame más grande de material radiactivo de los EEUU. Esto ocurrió cuando se rompió uno de los diques de contención de las piletas de evaporación en el lugar de procesamiento cerca de Church Rock, Nueva Mexico, lo cual resultó en el derrame de 355 millones de litros de residuos radiactivos en el Rio Puerco, el cual fluye a través de las comunidades cercanas.

Con referencia a contaminaciones superficiales, en Pagina 13 el informe menciona las vías de exposición a productos radiactivos, incluyendo productos que ocurren naturalmente en ese ambiente. Para tener en cuenta que si la radiactividad natural puede contaminar a las personas, cuánto más lo puede hacer el uranio una vez expuesto en superficie.



*“... On the Navajo reservation, winds blow during most of the year, exceeding 50 miles per hour at times, and localized, heavy rainstorms occur throughout the summer. When uranium is present in the environment, people may be exposed to it, as well as the radioactive by-products that are created as uranium decays—including radium and radon (a gas)—through a variety of exposure pathways. For example, Navajo people have been exposed to naturally occurring uranium and its by-products by drinking water from unregulated wells that tap into groundwater that comes into contact with underground uranium deposits. People are also exposed to naturally occurring radon when it migrates into their homes from the uranium-bearing soil underneath.”*

En la reservación Navajo el viento sopla durante la mayor parte del año, excediendo a veces los 80 kilómetros por hora, y durante el verano pueden ocurrir tormentas con lluvia localizadas. Cuando el uranio se encuentra en el ambiente la gente puede estar expuesta al mismo tanto como a los productos de descomposición radiactiva del uranio – incluyendo radio y gas radón – por medio de una variedad de vías de exposición. Por ejemplo, la gente Navajo ha sido expuesta a uranio natural y sus productos de descomposición al beber agua de pozos sin regulación al bombear de acuíferos que han estado expuestos con depósitos subterráneos de uranio. La gente también está expuesta a radón natural que migra dentro de sus casas desde los depósitos subterráneos de uranio.

Por su ubicación geográfica, los vientos patagónicos exceden normalmente los vientos informados en los EEUU, por lo tanto se puede esperar el mismo tipo de contaminación superficial en la patagonia y oeste argentino que en las zonas áridas de los EEUU.

### Anexo 3 Playas de almacenamiento de uranio empobrecido en los EEUU

Ejemplo de playas de almacenamiento de uranio empobrecido, para el cual no existen planes concretos de remediación o descontaminación. En la Argentina no existen planes para su procesamiento a corto plazo como tampoco existen planes a largo plazo para informar a la población del peligro potencial que se presenta si las cisternas de almacenamiento se rompen o abren accidentalmente o intencionalmente.



## **Anexo 4 Efectos potenciales en la salud humana de la minería, procesamiento y reclamación del uranio.**

Los efectos negativos en la salud humana y animal causados por la minería de uranio están ampliamente documentados por una extensa bibliografía. El estudio hecho en el Estado de Virginia, EEUU, por el National Research Council en el 2014, es pertinente porque refleja los riesgos generales de esta actividad ([http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13266](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13266)).

Entre los puntos claves de este estudio (página 123) se puede mencionar:

- La minería y el procesamiento de uranio están asociados a un amplio rango de riesgos potenciales adversos en la salud humana. Algunos de estos riesgos nacen de aspectos de la minería de uranio específicos de esta actividad, mientras que otros riesgos se aplican a la minería en general, y aún otros están asociados más generalmente a actividades industriales o de construcción en gran escala. Estos riesgos para la salud son más relevantes para los individuos expuestos por su ocupación en esta actividad, pero ciertas exposiciones y sus riesgos asociados se pueden extender por vías ambientales a la población en general.
- La exposición prolongada a los productos de desintegración radiactiva del radón generalmente representa los riesgos a la salud relacionados a radiación en operaciones de minería y procesamiento de uranio. Los productos de desintegración radiactiva del radón emiten partículas alfa que están fuertemente y causalmente asociadas al cáncer de pulmón en seres humanos. De hecho, las poblaciones en las que este nexo fue establecido más claramente son los mineros de uranio que estuvieron expuestos al radón en su trabajo.
- En 1987, el Instituto Nacional de Seguridad y Salud Ocupacional (NIOSH por sus siglas en inglés) reconoció que los estándares laborales actuales para la exposición al radón en los Estados Unidos no proveían protección adecuada a los trabajadores en riesgo de cáncer de pulmón por su exposición prolongada a los productos de desintegración del radón, recomendando una reducción substancial de estos límites. A la fecha estas recomendaciones de NIOSH no han sido incorporadas en estándares aplicables por las organizaciones gubernamentales correspondientes.
- El radón y sus productos de desintegración radiactiva que emiten partículas alfa son generalmente los más importantes, pero no son los únicos radionucleidos preocupantes asociados a la minería y procesamiento de uranio. Los trabajadores

también corren riesgo de exposición a otros radionucleidos, incluyendo el uranio mismo, el cual está sujeto a desintegración radiactiva mediante emisión de partículas alfa, beta, y rayos gama. En particular el radio-226 y sus productos de desintegración (ej. bismuto-214 y plomo-214) presentan riesgos de exposición a partículas alfa y rayos gama a los mineros y procesadores de uranio.

- La exposición de la población general a radiaciones resultante de la liberación de radionucleidos fuera de las minas y plantas de tratamiento presentan algunos riesgos (ej. los productos de desintegración del radón transportados por el aire, partículas de torio-230 o radio-226, como también radio-226 transportado por el agua). El potencial de efectos adversos en la salud aumenta en caso de existir emisiones descontroladas como consecuencia de eventos extremos (ej. inundaciones, incendios, terremotos) o errores humanos. El potencial de efectos adversos en la salud relacionado a la emisión de radionucleidos está relacionado directamente con la densidad de población cerca de la mina o planta de tratamiento.

- La exposición interna a materiales radiactivos durante la minería y procesamiento de uranio puede tener lugar por medio de inhalación, ingestión, o por cortes en la piel. La exposición externa a radiaciones (ej. exposición a beta, gama, y en menor grado radiación alfa) también puede presentar un riesgo para la salud.

- Como el torio-230 y el radio-226 están presentes en las colas de minas, estos radionucleidos y sus productos de desintegración pueden – si no se los controla adecuadamente – contaminar el ambiente local bajo ciertas condiciones, en particular cuando drenan en fuentes de agua, por lo tanto aumentando la concentración de radionucleidos. A su vez, al beber agua esto puede llevar a riesgos de cáncer (ej. cáncer en los huesos) mayores que los riesgos que existirían si no hubieran radionucleidos originados en las colas de minas.

- Los productos de desintegración del uranio (ej. Torio-230, radio-226) proveen una fuente constante de radiación en las colas de uranio que durará miles de años, sobrepasando substancialmente las regulaciones implementadas para la supervisión de estos depósitos de residuos de procesamiento.

- Los radionucleidos no son las únicas exposiciones asociadas a la minería y procesamiento de uranio con efectos potencialmente adversos en la salud humana; existen otros dos riesgos notables de inhalación tales como el polvo de sílice y gases de combustión de motores diesel. Ninguno de estos son específicos de la minería de uranio, pero los dos son históricamente prevalentes en la minería y procesamiento de uranio. Tiene una importancia particular la evidencia

acumulada de estudios ocupacionales que muestra que la exposición tanto del polvo de sílice como de los gases de motores diesel aumentan el riesgo de cáncer de pulmón. Este riesgo también está asociado a la exposición a los productos de desintegración radiactiva del radón. En la medida que fumar cigarrillos presenta riesgos adicionales en términos absolutos, existe el riesgo potencial para un aumento de enfermedades, incluyendo los efectos de estas causas combinadas.

- No es posible realizar prácticamente una evaluación de los efectos combinados de múltiples exposiciones durante actividades de minería y procesamiento de uranio, aunque el ejemplo del potencial de cáncer de pulmón resultante de múltiples exposiciones nos indica que este no es solo una preocupación teórica.

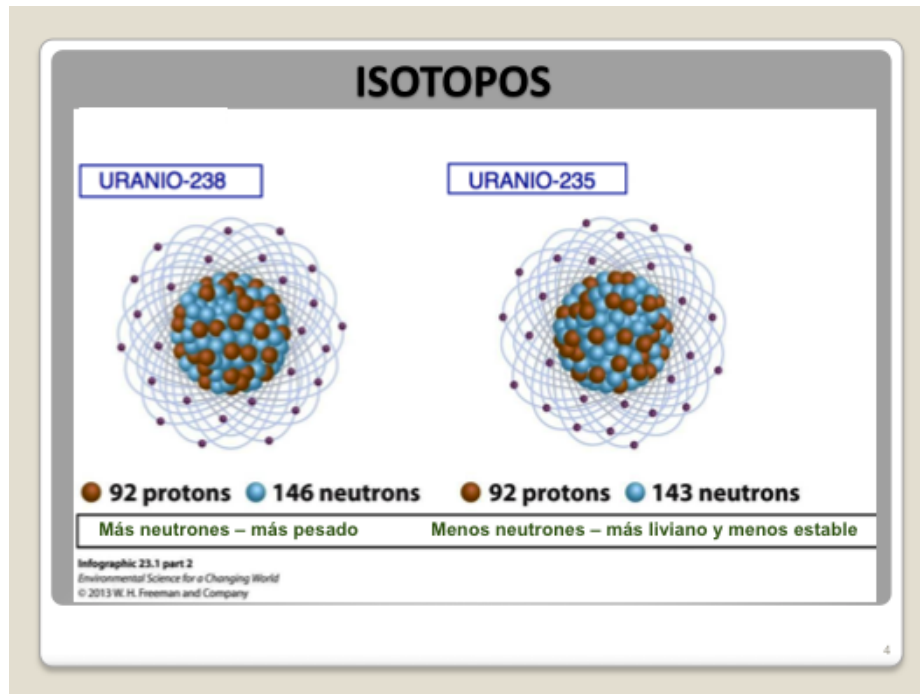


## Anexo 5 Accidentes nucleares

Fuente: *The Guardian* - Accidentes en plantas nucleares: listados desde 1952  
<https://www.theguardian.com/news/datablog/2011/mar/14/nuclear-power-plant-accidents-list-rank>

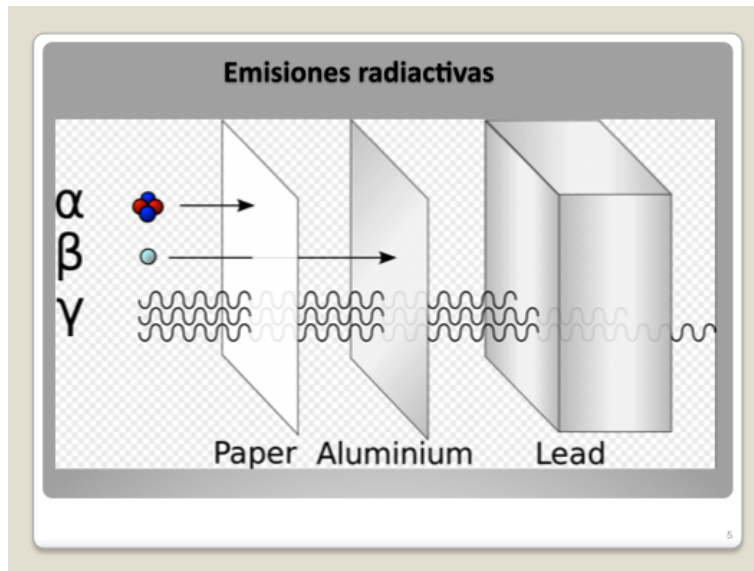
| Year | Incident                          | INES level | Country        | Location                                                                                                     | IAEA description                                                                                                                                                           |
|------|-----------------------------------|------------|----------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 2011 | <b>Fukushima</b>                  | 5          | Japan          | 37.319444, 141.021111                                                                                        | <b>Reactor shutdown after the 2011 Sendai earthquake and tsunami; failure of emergency cooling caused an explosion</b>                                                     |
| 2011 | <b>Onagawa</b>                    | 4          | Japan          | 38.401111, 141.499722                                                                                        | <b>Reactor shutdown after the 2011 Sendai earthquake and tsunami caused a fire</b>                                                                                         |
| 2006 | <b>Fleurbaey</b>                  | 2          | Belgium        | Fleurus, Belgium                                                                                             | Severe health effects for a worker at a commercial irradiation facility as a result of high doses of radiation                                                             |
| 2006 | <b>Forsmark</b>                   | 2          | Sweden         | 60.403333, 18.166667                                                                                         | Degraded safety functions for common cause failure in the emergency power supply system at nuclear power plant                                                             |
| 2006 | <b>Erwin</b>                      | 3          | US             | 36.145, -82.410833                                                                                           | Thirty-five litres of a highly enriched uranium solution leaked during transfer                                                                                            |
| 2005 | <b>Sellafield</b>                 | 3          | UK             | 54.4205, -3.4975                                                                                             | Release of large quantity of radioactive material, contained within the installation                                                                                       |
| 2005 | <b>Atucha</b>                     | 2          | Argentina      | -33.967519, -59.205119                                                                                       | Overexposure of a worker at a power reactor exceeding the annual limit                                                                                                     |
| 2005 | <b>Braidwood</b>                  | 2          | US             | 41.243611, -88.229167                                                                                        | Nuclear material leak                                                                                                                                                      |
| 2003 | <b>Paks</b>                       | 3          | Hungary        | 46.5725, 18.854167                                                                                           | Partially spent fuel rods undergoing cleaning in a tank of heavy water ruptured and spilled fuel pellets                                                                   |
| 1999 | <b>Tokaimura</b>                  | 4          | Japan          | 36.4667, 140.5667                                                                                            | Fatal overexposures of workers following a criticality event at a nuclear facility                                                                                         |
| 1999 | <b>Yanango</b>                    | 3          | Peru           | Latitude -11.2156 Longitude                                                                                  | Incident with radiography source resulting in severe radiation burns                                                                                                       |
| 1999 | <b>Ikitelli</b>                   | 3          | Turkey         | 41.0792, 28.7825                                                                                             | Loss of a highly radioactive Co-60 source                                                                                                                                  |
| 1999 | <b>Ishikawa</b>                   | 2          | Japan          | 37.061111, 136.726389                                                                                        | Control rod malfunction                                                                                                                                                    |
| 1993 | <b>Toms</b>                       | 4          | Russia         | 56.5, 84.966667                                                                                              | Pressure buildup led to an explosive mechanical failure                                                                                                                    |
| 1993 | <b>Cadarache</b>                  | 2          | France         | Cadarache, France                                                                                            | Spread of contamination to an area not expected by design                                                                                                                  |
| 1989 | <b>Vandellios</b>                 | 3          | Spain          | 40.951389, 0.866667                                                                                          | Near accident caused by fire resulting in loss of safety systems at the nuclear power station                                                                              |
| 1989 | <b>Greifswald</b>                 | 3          | Germany        | 54.140586, 13.664422                                                                                         | Excessive heating which damaged ten fuel rods                                                                                                                              |
| 1986 | <b>Chernobyl</b>                  | 7          | Ukraine (USSR) | 51.389553, 30.099147                                                                                         | Widespread health and environmental effects. External release of a significant fraction of reactor core inventory                                                          |
| 1986 | <b>Hamm-Uentrop</b>               | 2          | Germany        | 51.679167, 7.971667                                                                                          | Spherical fuel pebble became lodged in the pipe used to deliver fuel elements to the reactor                                                                               |
| 1981 | <b>Tsuruga</b>                    | 2          | Japan          | 35.672778, 136.0775                                                                                          | More than 100 workers were exposed to doses of up to 155 millirem per day radiation                                                                                        |
| 1980 | <b>Saint Laurent des Eaux</b>     | 4          | France         | Saint Laurent des Eaux, Fr                                                                                   | Melting of one channel of fuel in the reactor with no release outside the site                                                                                             |
| 1979 | <b>Three Mile Island</b>          | 5          | US             | 40.153889, -76.724722                                                                                        | Severe damage to the reactor core                                                                                                                                          |
| 1977 | <b>Jaslovské Bohunice</b>         | 4          | Czechoslovakia | 48.476111, 17.65                                                                                             | Damaged fuel integrity, extensive corrosion damage of fuel cladding and release of radioactivity                                                                           |
| 1969 | <b>Lucens</b>                     | 4          | Switzerland    | Switzerland                                                                                                  | Total loss of coolant led to a power excursion and explosion of experimental reactor                                                                                       |
| 1967 | <b>Chapelcross</b>                | UK         | UK             | 55.01566, -3.22605                                                                                           | Graphite debris partially blocked a fuel channel causing a fuel element to melt and catch fire                                                                             |
| 1966 | <b>Monroe</b>                     | US         | US             | 41.889167, -83.345556                                                                                        | Sodium cooling system malfunction                                                                                                                                          |
| 1964 | <b>Charlestown</b>                | US         | US             | Lat: 41.44N, Lon: 71.69W                                                                                     | Error by a worker at a United Nuclear Corporation fuel facility led to an accidental criticality                                                                           |
| 1959 | <b>Santa Susana Field Laborat</b> | US         | US             | Santa Susana Field Laborat                                                                                   | Partial core meltdown                                                                                                                                                      |
| 1958 | <b>Chalk River</b>                | Canada     | Canada         | Chalk River Nuclear Labs C                                                                                   | Due to inadequate cooling a damaged uranium fuel rod caught fire and was torn in two                                                                                       |
| 1958 | <b>Vinča</b>                      | Yugoslavia | Yugoslavia     | Vinča belgrade serbia                                                                                        | <b>During a subcritical counting experiment a power buildup went undetected - six scientists received high doses</b>                                                       |
| 1957 | <b>Kyshtym</b>                    | 6          | Russia         | Significant release of radioactive material to the environment from explosion of a high activity waste tank. |                                                                                                                                                                            |
| 1957 | <b>Windscale Pile</b>             | 5          | UK             | Mayak, Russia                                                                                                | Release of radioactive material to the environment following a fire in a reactor core                                                                                      |
| 1952 | <b>Chalk River</b>                | 5          | Canada         | Sellafield, Cumbria UK                                                                                       | A reactor shutdown rod failure, combined with several operator errors, led to a major power excursion of more than double the reactor's rated output at AECL's NRX reactor |

## Anexo 6 Persistencia de efectos contaminantes



Uranio 235 es el único que es fisible, es decir que se puede dividir en una reacción atómica emitiendo energía y radiaciones.

Los elementos radiactivos son inestables, es decir que se descomponen naturalmente formando otros elementos. Este proceso está acompañado por emisión de radiactividad en la forma de partículas y rayos.

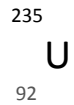


Una partícula Alfa está formada por dos neutrones y dos protones. Tienen mucha energía y son muy peligrosas aunque se pueden parar fácilmente con una hoja de papel. Si bien no pueden atravesar la piel, son muy peligrosas si se las ingiere dado que dentro del organismo actúan a nivel molecular produciendo cánceres y deformaciones genéticas.

Una partícula Beta es una partícula de carga negativa equivalente a un electrón. Tiene una gran velocidad y eso es lo que las hace muy peligrosas. Tienen mas penetración que las partículas Alfa pero se las puede detener con una hoja de papel de aluminio. Dentro del organismo son tan peligrosas como las partículas Alfa.

Los rayos Gama son rayos de gran energía emitidos durante la descomposición atómica. Tienen un gran poder de penetración y sólo se los puede detener con una pared de plomo. Dentro del organismo son tan peligrosos como las partículas Alfa.

## Radioactividad del uranio:



Donde

92= Z (número atómico) que es el número de protones en el núcleo.

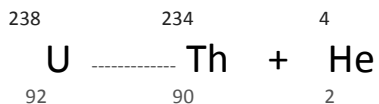
235 = A (número másico) que es la suma entre protones y neutrones.

De tal manera que  $235 - 92 = 143$  neutrones

92 protones y 143 neutrones.

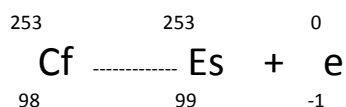
En general son radiactivas las sustancias que no presentan un balance correcto entre protones y neutrones. De ahí que la radioactividad se da para conseguir la estabilidad. El desequilibrio produce la liberación de distintas formas de radiación.

•**Radiación  $\alpha$** , que aligera los núcleos atómicos en 4 unidades másicas, y cambia el número atómico en dos unidades. Ejemplo:



Como en cualquier reacción donde los productos son más estables que los reactivos, se desprende energía.

•**Radiación  $\beta$** , que no cambia la masa del núcleo, ya que implica la conversión de un protón en un neutrón o viceversa, y cambia el número atómico en una sola unidad (positiva o negativa, según si la partícula emitida es un electrón o un positrón).

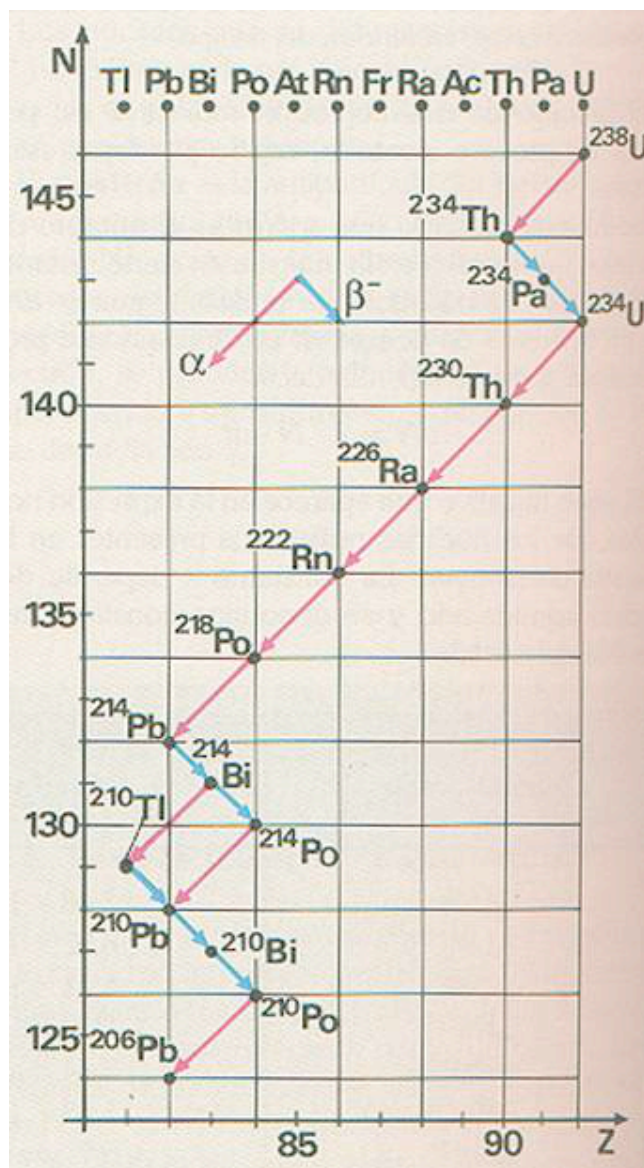


Es decir es equivalente a transformar un protón dentro del núcleo en un neutrón.

•**La radiación  $\gamma$** , por su parte, se debe a que el núcleo pasa de un estado excitado de mayor energía a otro de menor energía, que puede seguir siendo inestable y dar lugar a la emisión de más radiación de tipo  $\alpha$ ,  $\beta$  o  $\gamma$ . La radiación  $\gamma$  es, por tanto, un tipo de

radiación electromagnética muy penetrante, ya que tiene una alta energía por fotón emitido.

Las dos primeras indican que, cuando un átomo emite una radiación alfa o beta, se transforma en otro átomo de un elemento diferente. Este nuevo elemento puede ser radiactivo y transformarse en otro, y así sucesivamente, con lo que se generan las llamadas series radioactivas.





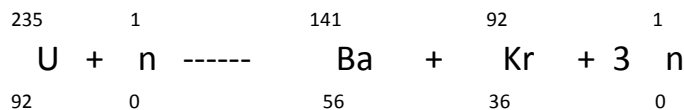
### Series radioactivas:

Cuando un núcleo se va desintegrando, emite radiación y da lugar a otro núcleo distinto también radiactivo, que emite nuevas radiaciones. El proceso continuará hasta que aparezca un núcleo estable, no radiactivo. Todos los núcleos que proceden del inicial (núcleo padre) forman una serie o cadena radiactiva. Se conocen cuatro series o familias radiactivas, tres de las cuales existen en la naturaleza ya que proceden de los radionúclidos primigenios. Se llaman radionúclidos primigenios a aquellos que sobreviven en la Tierra desde su formación. Esto se debe a que su semivida es comparable a la edad de la Tierra.

Las tres series que existen en la naturaleza son la del Th-232, U-238 y Ac-227, la otra serie radiactiva es la del Np-237, que debería haberse extinguido, pero las pruebas nucleares realizadas han liberado estos núcleos y por lo tanto ha vuelto aparecer esta cadena radiactiva. En cada serie todos los núcleos están relacionados, en la del Th-232, por ejemplo, todos los núcleos de la serie tienen números másicos iguales a  $4n$ , siendo  $n$  un número entero cualquiera.

### Centrales nucleares:

La liberación de grandes cantidades de energía producto de la fisión del U 235, es utilizada para producir energía en las centrales nucleares.



9

Desprendiendo una gran cantidad de energía del orden de  $4,5 \times 10^9$  Kcal/mol de Uranio. Es 10 millones de veces mayor al calor de combustión del carbono.

El bombardeo de un neutrón (que debe ser un neutrón rápido o de gran energía cinética) para fisiónar un núcleo de U, libera además 3 neutrones, cada uno de los cuales puede fisiónar 3 nuevos núcleos y así se transforma en una reacción en cadena. Deríamos agregar el número de núcleos que hay en un mol de Uranio, que son :

$$6,02 \times 10^{23}$$

**Moderadores:** Es por esto que en las centrales nucleares se usan los moderadores o sustancias capaces de frenar los neutrones para controlar la reacción. En general agua pesada o agua que en vez del isótopo protio: H tiene el isótopo Deuterio : D (1 protón y un neutrón) .

**Refrigerantes:** Esta reacción además disipa mucho calor, motivo por el cual se necesitan refrigerantes. Gran cantidad de agua.

Cuando la reacción es descontrolada, como en las bombas de Iroshima y Nagasaki se constata el efecto de reacción en cadena y gran desprendimiento de calor.

### **Velocidad de desintegración:**

$$V t = N_0 - N_t / t - t_0$$

Es decir es el cociente entre los núcleos que se desintegran en el tiempo transcurrido. La desintegración radioactiva responde a una cinética (velocidad de reacción) de primer orden, es decir que dependen de la concentración de N. (A mayor numero de núcleos mayor velocidad.)

La ecuación que lo representa es

$$N = N_0 \times e^{-\lambda t}$$

Tiempo de vida media: Es el tiempo que demora en bajar a la mitad la cantidad inicial de núcleos:  $\tau$

Reemplazando:

$$\text{Si } N = N_0/2, t = \tau$$

$$N_0/2 = N_0 \times e^{-\lambda \tau}$$

$$\text{Despejando } \lambda = \ln 2 / \tau \quad \text{o} \quad \tau = \ln 2 / \lambda$$

Es decir, que la constante de desintegración radioactiva se puede calcular contando con los tiempos de vida media que están tabulados.

## Anexo 7 Estadísticas de empleos en energías renovables

### Energías renovables en los EEUU

- Crecimiento: 20% por tres años consecutivos
- La industria solar de los EEUU ocupa mas empleados que el petroleo y gas juntos.

#### Empleos en el año 2015

- Industria solar 209.000
- Petróleo y gas: 184.500
- Carbón: 201.200



The Guardian, Enero 2016 - US solar industry now employs more workers than oil and gas, says report  
<https://www.theguardian.com/business/2016/jan/12/us-solar-industry-employees-grows-oil-gas>

### Energías renovables en Canadá

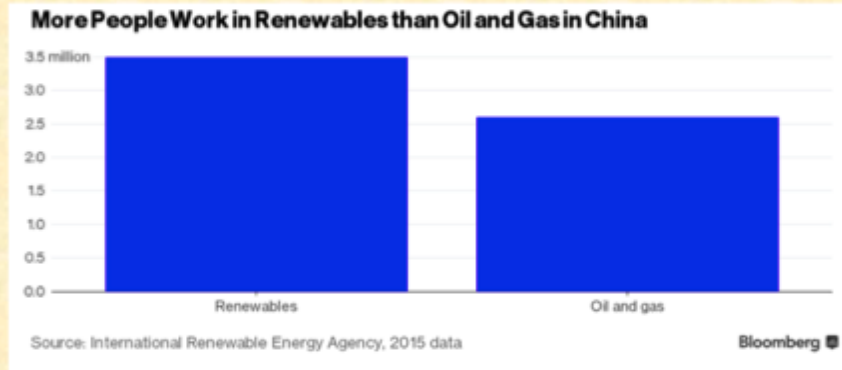
- Empleos en energías verdes sobrepasan a la extracción de arenas bituminosas: 23700 vs 22340
- Inversión en energías verdes en los últimos 5 años: 25.000 millones dolares canadienses
- 93% de crecimiento desde el 2009 (eólica, solar, turbinas de rio, biomasa)



The Globe and Mail, Diciembre 2014 - Green energy sector jobs surpass total oil sands employment  
<http://www.theglobeandmail.com/report-on-business/industry-news/energy-and-resources/green-energy-sector-jobs-surpass-oil-sand-employment-total/article21859169/>

## Energías renovables en China

En China se ve el mismo efecto: 35% más de empleos en energías renovables que en petróleo y gas



Bloomberg, Mayo 2016 - Clean-Energy Jobs Surpass Oil Drilling for First Time in U.S.  
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-05-25/clean-energy-jobs-surpass-oil-drilling-for-first-time-in-u-s>

## Energías renovables: Crecimiento y Proyecciones

- Costos decrecientes para la generación de energías verdes
- Estructura favorable de políticas de apoyo al sector.
- A nivel mundial: Crecimiento de 5% desde el 2014 al 2015: 8.100.000 empleos
- Empleos proyectados para el 2030: 24.000.000 empleos



Bloomberg, Mayo 2016 - Clean-Energy Jobs Surpass Oil Drilling for First Time in U.S.  
<https://www.bloomberg.com/news/articles/2016-05-25/clean-energy-jobs-surpass-oil-drilling-for-first-time-in-u-s>

## **ANEXO 8 Entre los derechos y los desechos**

### ***Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (junio de 1992)***

#### *PRINCIPIO 1*

*Los seres humanos constituyen el centro de las preocupaciones relacionadas con el desarrollo sostenible. Tienen derecho a una vida saludable y productiva en armonía con la naturaleza.*

#### *PRINCIPIO 3*

*El derecho al desarrollo debe ejercerse en forma tal que responda equitativamente a las necesidades de desarrollo y ambientales de las generaciones presentes y futuras.*

#### *PRINCIPIO 8*

*Para alcanzar el desarrollo sostenible y una mejor calidad de vida para todas las personas, los Estados deberían reducir y eliminar las modalidades de producción y consumo insostenibles y fomentar políticas demográficas apropiadas.*

#### *PRINCIPIO 10*

*El mejor modo de tratar las cuestiones ambientales es con la participación de todos los ciudadanos interesados, en el nivel que corresponda. En el plano nacional, toda persona deberá tener acceso adecuado a la información sobre el medio ambiente de que dispongan las autoridades públicas, incluida la información sobre los materiales y las actividades que encierran peligro en sus comunidades, así como la oportunidad de participar en los procesos de adopción de decisiones. Los Estados deberán facilitar y fomentar la sensibilización y la participación de la población poniendo la información a disposición de todos. Deberá proporcionarse acceso efectivo a los procedimientos judiciales y administrativos, entre éstos el resarcimiento de daños y los recursos pertinentes.*

### **Constitución Nacional**

**Artículo 41.-** *Todos los habitantes gozan del derecho a un ambiente sano, equilibrado, apto para el desarrollo humano y para que las actividades productivas satisfagan las necesidades presentes sin comprometer las de las generaciones futuras; y tienen el deber de preservarlo. El daño ambiental generará prioritariamente la obligación de recomponer, según lo establezca la ley.*

*Las autoridades proveerán a la protección de este derecho, a la utilización racional de los recursos naturales, a la preservación del patrimonio natural y cultural y de la diversidad biológica, y a la información y educación ambientales.*

*Corresponde a la Nación dictar las normas que contengan los presupuestos mínimos de protección, y a las provincias, las necesarias para complementarlas, sin que*



*aquéllas alteren las jurisdicciones locales.*

*Se prohíbe el ingreso al territorio nacional de residuos actual o potencialmente peligrosos, y de los radiactivos.*

**Artículo 75.-** *Corresponde al Congreso:*

*17. Reconocer la preexistencia étnica y cultural de los pueblos indígenas argentinos. Garantizar el respeto a su identidad y el derecho a una educación bilingüe e intercultural; reconocer la personería Jurídica de sus comunidades, y la posesión y propiedad comunitarias de las tierras que tradicionalmente ocupan; y regular la entrega de otras aptas y suficientes para el desarrollo humano; ninguna de ellas será enajenable, transmisible ni susceptible de gravámenes o embargos. Asegurar su participación en la gestión referida a sus recursos naturales y a los demás intereses que los afecten. Las provincias pueden ejercer concurrentemente estas atribuciones.*

## **POLITICA AMBIENTAL NACIONAL**

### **LEY GENERAL DEL AMBIENTE Ley 25.675**

**ARTICULO 1º** — La presente ley establece los presupuestos mínimos para el logro de una gestión sustentable y adecuada del ambiente, la preservación y protección de la diversidad biológica y la implementación del desarrollo sustentable.

**ARTICULO 2º** — La política ambiental nacional deberá cumplir los siguientes objetivos:

- b) Promover el mejoramiento de la calidad de vida de las generaciones presentes y futuras, en forma prioritaria;
- c) Fomentar la participación social en los procesos de toma de decisión;
- d) Promover el uso racional y sustentable de los recursos naturales;
- g) Prevenir los efectos nocivos o peligrosos que las actividades antrópicas generan sobre el ambiente para posibilitar la sustentabilidad ecológica, económica y social del desarrollo;
- h) Promover cambios en los valores y conductas sociales que posibiliten el desarrollo sustentable, a través de una educación ambiental, tanto en el sistema formal como en el no formal;
- i) Organizar e integrar la información ambiental y asegurar el libre acceso de la población a la misma;...

### **Principios de la política ambiental**

**ARTICULO 4º** — La interpretación y aplicación de la presente ley, y de toda otra norma a través de la cual se ejecute la política Ambiental, estarán sujetas al cumplimiento de los siguientes principios:

**Principio de congruencia:** La legislación provincial y municipal referida a lo ambiental deberá ser adecuada a los principios y normas fijadas en la presente ley; en caso de que así no fuere, éste prevalecerá sobre toda otra norma que se le oponga.

**Principio de prevención:** Las causas y las fuentes de los problemas ambientales se atenderán en forma prioritaria e integrada, tratando de prevenir los efectos negativos que sobre el ambiente se pueden producir.

**Principio precautorio:** Cuando haya peligro de daño grave o irreversible la ausencia de información o certeza científica no deberá utilizarse como razón para postergar la adopción de medidas eficaces, en función de los costos, para impedir la degradación del medio ambiente. .

**Principio de equidad intergeneracional:** Los responsables de la protección ambiental deberán velar por el uso y goce apropiado del ambiente por parte de las generaciones presentes y futuras.

**Principio de progresividad:** Los objetivos ambientales deberán ser logrados en forma gradual, a través de metas interinas y finales, proyectadas en un cronograma temporal que facilite la adecuación correspondiente a las actividades relacionadas con esos objetivos.

**Principio de responsabilidad:** El generador de efectos degradantes del ambiente, actuales o futuros, es responsable de los costos de las acciones preventivas y correctivas de recomposición, sin perjuicio de la vigencia de los sistemas de responsabilidad ambiental que correspondan.

**Principio de subsidiariedad:** El Estado nacional, a través de las distintas instancias de la administración pública, tiene la obligación de colaborar y, de ser necesario, participar en forma complementaria en el accionar de los particulares en la preservación y protección ambientales.

**Principio de sustentabilidad:** El desarrollo económico y social y el aprovechamiento de los recursos naturales deberán realizarse a través de una gestión apropiada del ambiente, de manera tal, que no comprometa las posibilidades de las generaciones presentes y futuras.

**Principio de solidaridad:** La Nación y los Estados provinciales serán responsables de la prevención y mitigación de los efectos ambientales transfronterizos adversos de su propio accionar, así como de la minimización de los riesgos ambientales sobre los sistemas ecológicos compartidos.

**Principio de cooperación:** Los recursos naturales y los sistemas ecológicos compartidos serán utilizados en forma equitativa y racional, El tratamiento y mitigación de las emergencias ambientales de efectos transfronterizos serán desarrollados en forma conjunta.

## **CONSTITUCION DE LA PROVINCIA DEL CHUBUT**

**ARTICULO 109.** Toda persona tiene derecho a un medio ambiente sano que asegure la dignidad de su vida y su bienestar y el deber de su conservación en defensa del interés común. El Estado preserva la integridad y diversidad natural y cultural del medio, resguarda su equilibrio y garantiza su protección y mejoramiento en pos del desarrollo humano sin comprometer a las generaciones futuras. Dicta legislación destinada a prevenir y controlar los factores de deterioro ambiental, impone las sanciones correspondientes y exige la reparación de los daños.

Prohibiciones

**ARTICULO 110.** Quedan prohibidos en la Provincia la introducción, el transporte y el depósito de residuos de origen extraprovincial radioactivos, tóxicos, peligrosos o susceptibles de serlo. Queda igualmente prohibida la fabricación, importación, tenencia o uso de armas nucleares, biológicas o químicas, como así también la realización de ensayos y experimentos de la misma índole con fines bélicos.