

Los residuos radiactivos:

-Como funciona la energía nuclear:

- La energía nuclear o energía atómica es la energía que se libera espontánea o artificialmente en las reacciones nucleares. Sin embargo, este término engloba otro significado, el aprovechamiento de dicha energía para otros fines, tales como la obtención de energía eléctrica, térmica y mecánica a partir de reacciones atómicas, y su aplicación, bien sea con fines pacíficos o bélicos. Así, es común referirse a la energía nuclear no solo como el resultado de una reacción sino como un concepto más amplio que incluye los conocimientos y técnicas que permiten la utilización de esta energía por parte del ser humano.
- Estas reacciones se dan en los núcleos de algunos isótopos de ciertos elementos químicos (radioisótopos), siendo la más conocida la fisión del uranio-235, con la que funcionan los reactores nucleares, y la más habitual en la naturaleza, en el interior de las estrellas, la fusión del par deuterio-tritio. Sin embargo, para producir este tipo de energía aprovechando reacciones nucleares pueden ser utilizados muchos otros isótopos de varios elementos químicos, como el torio-232, el plutonio-239, el estroncio-90 o el polonio-210.

Los residuos radiactivos:



Como funciona la energía nuclear:

- Existen varias disciplinas y/o técnicas que usan de base la energía nuclear y van desde la generación de electricidad en las centrales nucleares hasta las técnicas de análisis de datación arqueológica (arqueometría nuclear), la medicina nuclear usada en los hospitales, etc.
- Los sistemas más investigados y trabajados para la obtención de energía aprovechable a partir de la energía nuclear de forma masiva son la fisión nuclear y la fusión nuclear. La energía nuclear puede transformarse de forma descontrolada, dando lugar al armamento nuclear; o controlada en reactores nucleares en los que se produce energía eléctrica, energía mecánica o energía térmica. Tanto los materiales usados como el diseño de las instalaciones son completamente diferentes en cada caso.

Como funciona la energía nuclear:

- Esta sería la explicación más científica de la energía nuclear, empleando un lenguaje más coloquial, la energía nuclear se genera por la unión de dos átomos (fusión nuclear) o por la separación de un átomo (fisión nuclear).

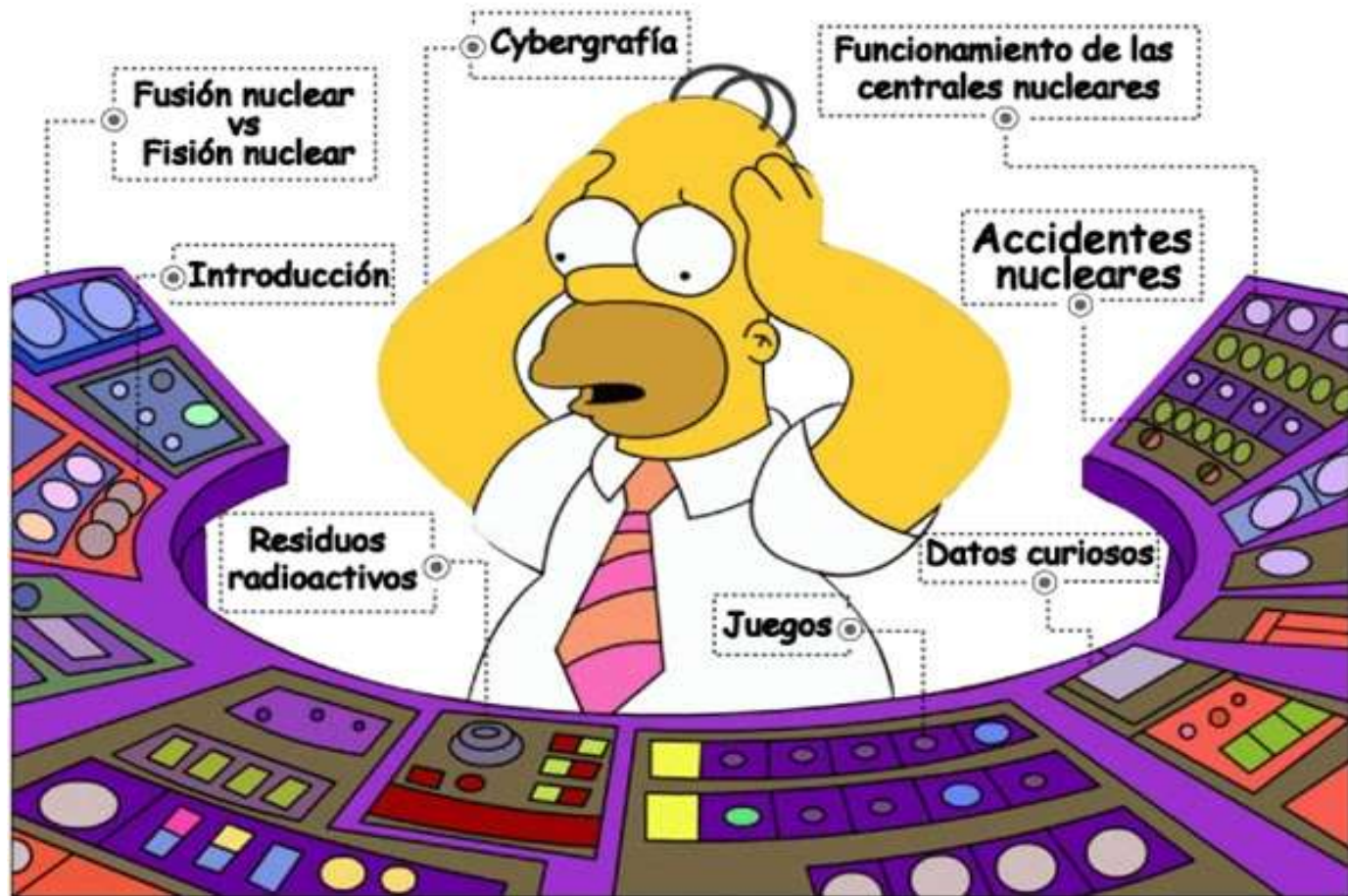
La fusión nuclear se da cuando unes dos átomos. Esto se da, por ejemplo, en las estrellas, constantemente se están fusionando dos átomos de hidrógeno para producir un átomo de helio, liberando una cuantiosa cantidad de energía irradiada en forma de luz.

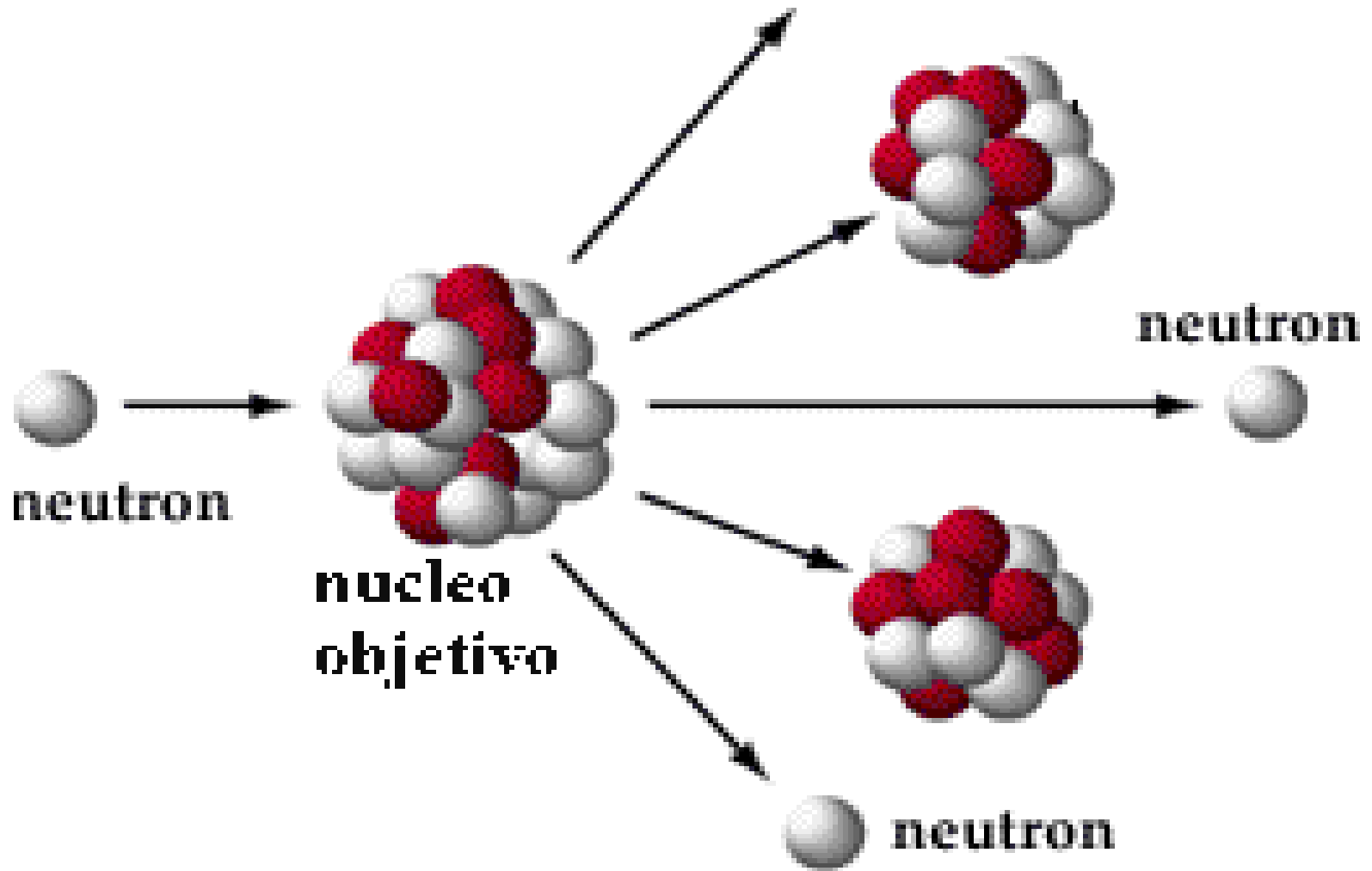
La fisión nuclear consiste en bombardear núcleos de átomos con sustancias con el fin de partir en dos o mas partículas; los núcleos de dichos átomos y estas partículas a la vez partirán otros núcleos y así sucesivamente, a esto se le llama reacción en cadena. Esta energía se usa en reactores nucleares en donde se genera energía eléctrica y usan como fuente al Uranio.

La fusión nuclear es controlable mientras que la fisión nuclear puede llegar a ser no controlable. La fusión es más potente que la fisión, porque las fuerzas de atracción nucleares que son las que actúan en la liberación de la energía de fusión , son más fuertes que las fuerzas de repulsión eléctricas, que son las que actúan durante el proceso de fisión.

Como funciona la energía nuclear:

ENERGÍA NUCLEAR

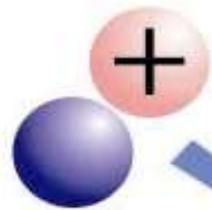




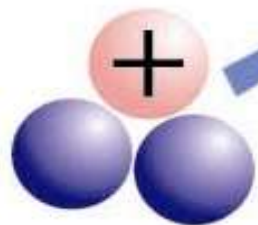
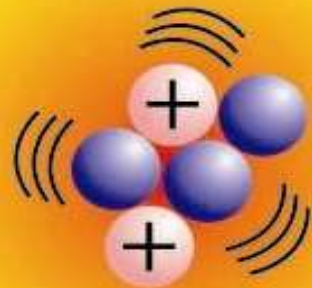
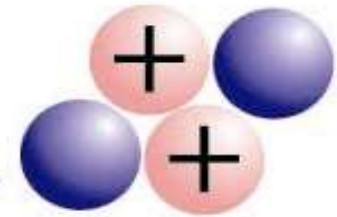
Fisión nuclear

Proceso de la fisión nuclear.

Deuterium



Helium



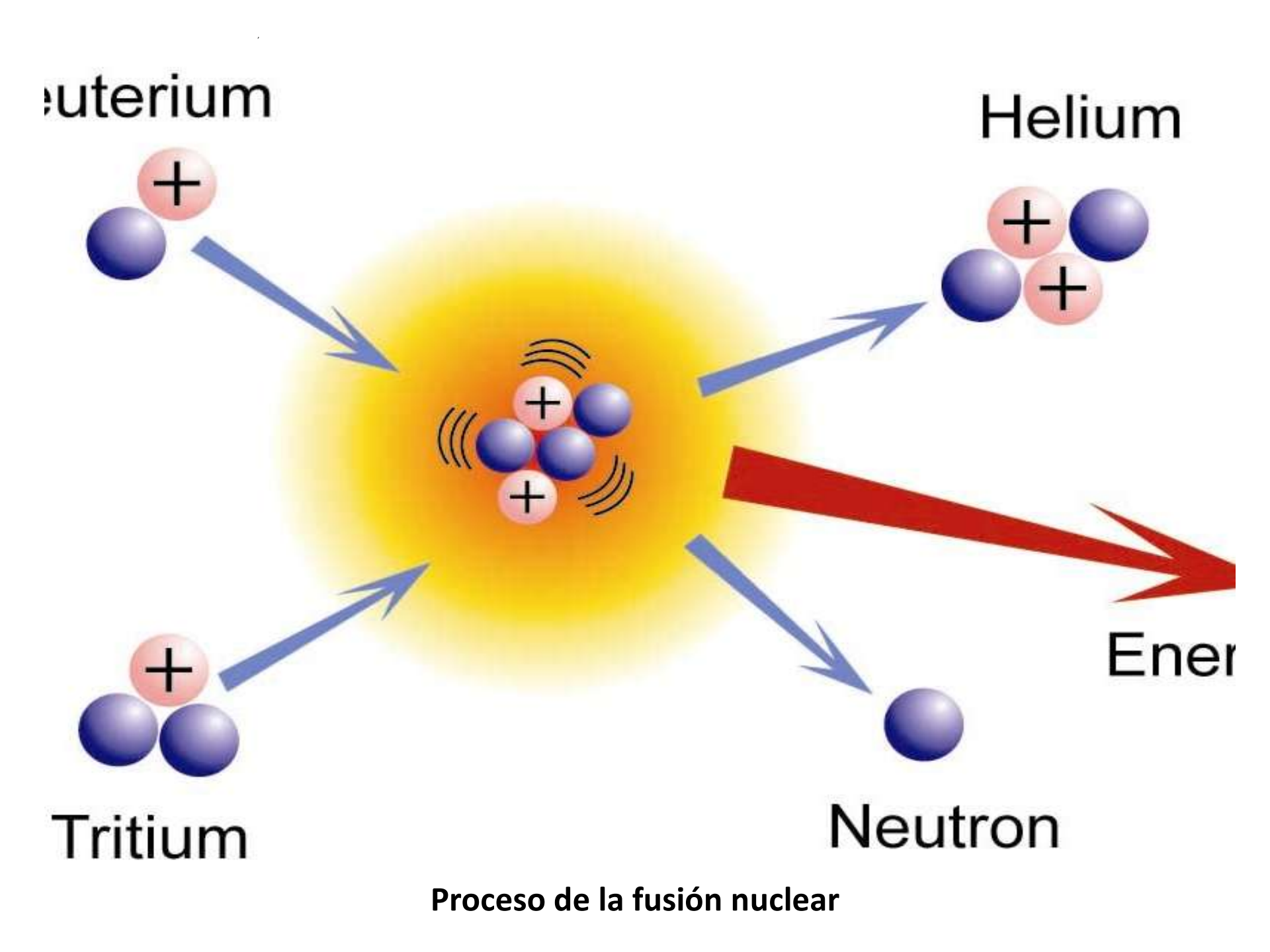
Tritium



Neutron

Energy

Proceso de la fusión nuclear



Residuos radiactivos:

- Los **residuos radiactivos** son residuos que contienen elementos químicos radiactivos que no tienen un propósito práctico. Es frecuentemente el subproducto de un proceso nuclear, como la fisión nuclear.
- El residuo también puede generarse durante el procesamiento de combustible para los reactores o armas nucleares o en las aplicaciones médicas como la radioterapia o la medicina nuclear.



Tipos de residuos radiactivos:

- Se pueden clasificar por motivos de gestión en:
- **-Residuos desclasificables (o exentos):** No poseen una radiactividad que pueda resultar peligrosa para la salud de las personas o el medio ambiente, en el presente o para las generaciones futuras. Pueden utilizarse como materiales convencionales.

-Residuos de baja actividad: poseen radiactividad gamma o beta en niveles menores a $0,04 \text{ GBq/m}^3$ si son líquidos, $0,00004 \text{ GBq/m}^3$ si son gaseosos, o la tasa de dosis en contacto es inferior a 20 mSv/h si son sólidos. Solo se consideran de esta categoría si además su periodo de semidesintegración es inferior a 30 años. Deben almacenarse en almacenamientos superficiales.

Tipos de residuos radiactivos:

-Residuos de media actividad: poseen radiactividad gamma o beta con niveles superiores a los residuos de baja actividad pero inferiores a 4 GBq/m^3 para líquidos, gaseosos con cualquier actividad o sólidos cuya tasa de dosis en contacto supere los 20 mSv /h . Al igual que los residuos de baja actividad, solo pueden considerarse dentro de esta categoría aquellos residuos cuyo periodo de semidesintegración sea inferior a 30 años. Deben almacenarse en almacenamientos superficiales.

-Residuos de alta actividad o alta vida media: todos aquellos materiales emisores de radiactividad alfa y aquellos materiales emisores beta o gamma que superen los niveles impuestos por los límites de los residuos de media actividad. También todos aquellos cuyo periodo de semidesintegración supere los 30 años (por ejemplo los actínidos minoritarios), deben almacenarse en almacenamientos geológicos profundos (AGP).

Tipos de residuos radiactivos:

- **-Clasificación europea de los residuos radiactivos:**

Dado que no todos los países emplean la misma clasificación, la Comisión Europea ha recomendado unificar criterios, para lo cual propone la siguiente clasificación, en vigor desde el 1 de enero de 2002:

- **Residuos nucleares de transición:** residuos, principalmente de origen médico, que se desintegran durante el período de almacenamiento temporal, pudiendo a continuación gestionarse como residuos no radiactivos, siempre que se respeten unos valores de des-clasificación.
- **Residuos nucleares de baja y media actividad:** su concentración en radionucleidos es tal que la generación de energía térmica durante su evacuación es suficientemente baja. A su vez se clasifican en residuos de vida corta –que contienen nucleidos cuya vida media es inferior o igual a 30 años, con una concentración limitada de radionucleidos alfa de vida larga–y en residuos de vida larga –con radionucleidos y emisores alfa de vida larga cuya concentración es superior a los límites aplicables a los residuos de vida corta.
- **Residuos nucleares de alta actividad:** Residuos con una concentración de radionucleidos tal que debe tenerse en cuenta la generación térmica durante su almacenamiento y evacuación. Este tipo de residuos se obtiene principalmente del tratamiento y acondicionamiento del combustible gastado.

El problema de los desechos radiactivos :

- La eliminación de los desechos radiactivos, provenientes de los reactores o de bombas atómicas, constituyen uno de los más serios problemas de contaminación ambiental. La radioactividad puede persistir por cientos o miles de años y en cualquier momento pueden destruirse sus contenedores y pasar al ambiente afectando seriamente la salud de las personas. Por ello tratan de enterrarse en lugares aislados, pero nadie asegura que con el tiempo, ya sea por olvido o porque cambien las condiciones geológicas, ellos lleguen a contaminar el ambiente. No es raro entonces que nos haya provocado una justificada alarma el anuncio que Argentina quiera enterrar sus desechos atómicos en el sur del país, cerca de la frontera chilena.

Este problema es común en muchos países y todos buscan lugares seguros para deshacerse de esos desechos. Estados Unidos ha decidido enterrarlos en una profunda mina de sal subterránea, ubicada en Nuevo México. Ello porque se piensa que el lugar es geológicamente estable y porque allí no hay agua subterránea que pueda eventualmente contaminarse y escurrirse.

El problema de los desechos radiactivos :

- Sin embargo parece que este lugar no es seguro, ya que se ha encontrado un tipo de bacteria que es capaz de vivir en lugares salados, y a grandes profundidades del subsuelo. Además se ha comprobado que ellas absorben material radioactivo que parecen no dañarlas. No se puede excluir el riesgo que con el tiempo estas bacterias transporten material radioactivo fuera del lugar, y que con ello contaminen gravemente el medio ambiente.

Betty Streitmeier, microbióloga del Laboratorio Nacional de los Alamos de Nuevo México, ha aislado estas bacterias y las ha expuesto a elementos radioactivos: plutonio-239, neptunium-237, americium-243 y torium-232. Encuentra que cuando se exponen a grandes dosis de americium-243, estas lo absorben y parecen no afectarse en absoluto su sobrevivencia. Frente a los otros elementos radiactivos, se retarda algo su crecimiento, pero persisten vivas. Cualquiera que sea el elemento radioactivo, si estas bacterias se escapan de estos depósitos, pueden contaminar el agua con su radioactividad, lo que sería indudablemente un riesgo para la salud, que esta o las próximas generaciones no nos perdonarían.

El problema de los desechos radiactivos :

- Hoy por hoy, se desconoce cómo realizar y cuánto costará la custodia de los residuos nucleares durante su larguísimo periodo de radiactividad (decenas o centenares de miles de años).
El presidente de Ucrania haya declarado que sólo los gastos médicos de la catástrofe de Chernóbil habían ascendido a más de 55.000 millones de dólares... ¡que tuvo que cubrir el Estado! Y todos podemos comprobar que cualquier póliza de seguro privado excluye de cobertura los riesgos de ese tipo de incidentes.

Los investigadores del MIT (Instituto Tecnológico de Massachusetts) consideran que la gestión de los residuos nucleares es uno de los problemas más intratables a los que se enfrenta el sector, ya que ningún país ha implantado con éxito un sistema para deshacerse de ellos. En la actualidad, no hay "cementeros nucleares operativos para materiales de alta actividad y todos los Estados han encontrado dificultades en sus intentos".

La industria nuclear, pese a haber recibido todo tipo de cuantiosas subvenciones y ayudas a lo largo de su vida, no pudo solventar satisfactoriamente los problemas de seguridad, competitividad económica y residuos que han lastrado el desarrollo de este tipo de energía.

El problema de los desechos radiactivos :

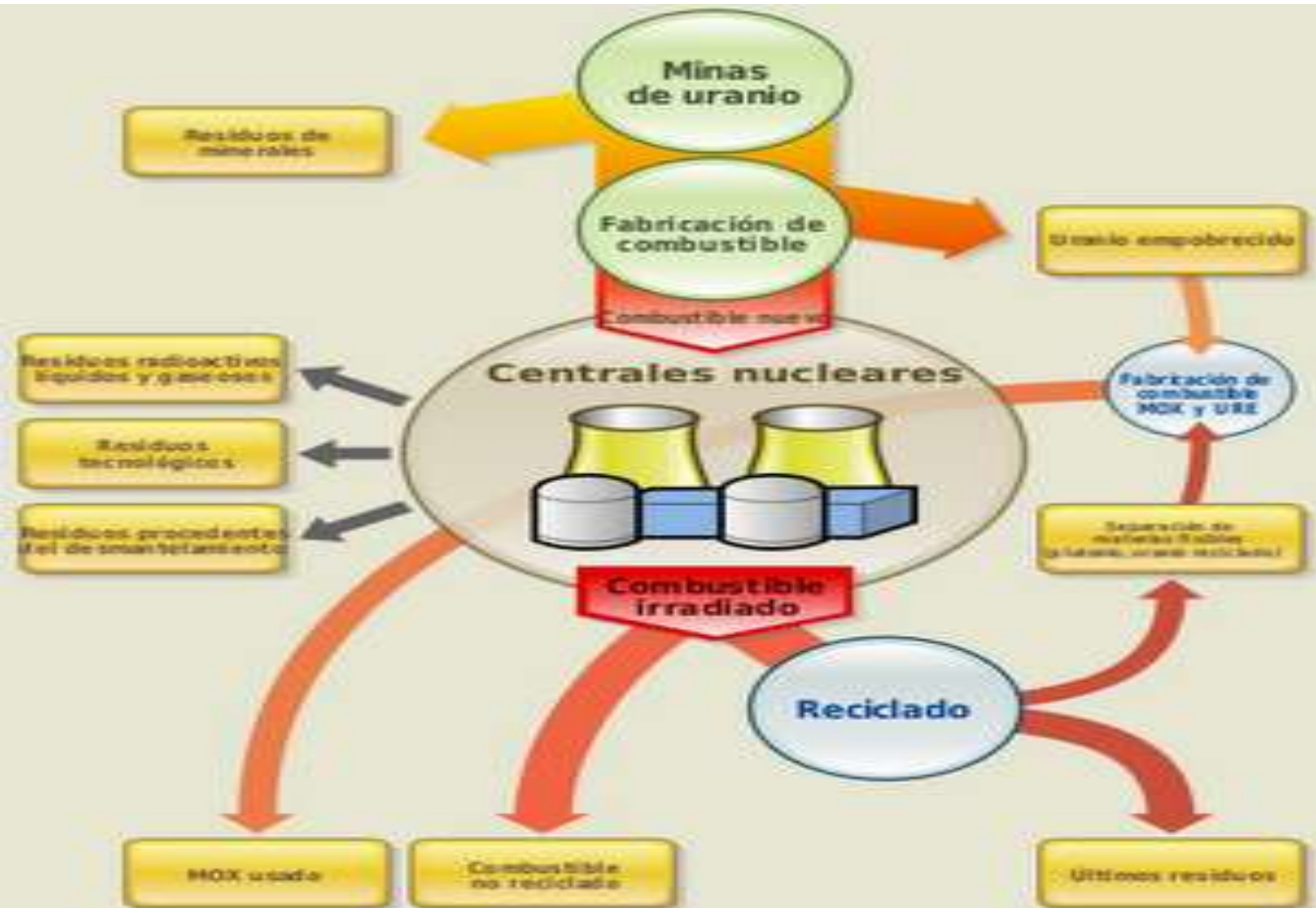
- La energía nuclear asusta, por sus efectos sobre la seguridad, el medio ambiente y la salud, especialmente después de los accidentes de Three Mile Island (Middletown, Pennsylvania, en 1979) y Chernóbil (Ucrania, 1986), pero también por los problemas relacionados con el ciclo de combustible en Estados Unidos, Rusia, Japón y Reino Unido. A estos factores se ha añadido el riesgo de ataques terroristas contra instalaciones o durante el traslado de materiales radiactivos.
- La acumulación de dióxido de carbono en la atmósfera amenaza con desestabilizar el sistema y con producir un cambio global de temperaturas comparable al de la última glaciación, aunque de sentido contrario, con tremendas consecuencias económicas y sociales.

No parece que la energía nuclear pueda ser decisiva para revertir el cambio climático, sobre todo porque no incide sobre la fuente principal de estas emisiones: el transporte.

El problema de los desechos radiactivos :

- *Reflexiones de Marcel Coderch, doctor por el Instituto Tecnológico de Massachusetts y secretario de la Asociación para el Estudio de los Recursos Energéticos (AEREN).*
- *En medio de la polémica sobre el continuo encarecimiento del petróleo y el gas natural y el calentamiento global del planeta, la opción nuclear vuelve con fuerza, sobre todo en China y EE UU. Sin embargo, siguen sin resolverse los problemas que frenaron su desarrollo y que provocaron su lenta agonía*

Esquema del reciclado de los residuos:



Reciclaje de residuos nucleares:



Reciclaje de residuos nucleares:

- Una parte de la investigación en las aplicaciones de los aceleradores está orientada hacia los residuos radiactivos, veremos como sería posible usar aceleradores para tratar los residuos.
- Según el Instituto de Energía Nuclear americano, los EEUU generan más de 2000 toneladas de residuos nucleares cada año. De media, el uranio utilizado en las plantas nucleares dura tres años antes de dejar de producir suficiente energía y ser desechado. El fuel se retira de la planta y se almacena durante un periodo en unas grandes piscinas rodeadas de paredes de cemento hasta que el material deja de estar caliente. El uranio representa el 94.5 por ciento y el plutonio el 1% de los residuos. El resto de los constituyentes son actínidos, entre ellos neptunio, curio, americio además de otros productos de la fisión. Si el fuel es re-procesado, se separarán químicamente el uranio y plutonio (que podrían volver a ser utilizados) del resto de material radiactivo. Cerca del 97% del fuel puede ser reciclado dejando el 3% de material altamente radiactivo. Pero el procesado no parece la práctica más común y en muchos casos los residuos simplemente se almacenan en instalaciones subterráneas o en contenedores.

Reciclaje de residuos nucleares:



Reciclaje de residuos nucleares:

- Entre los residuos se encuentran los actínidos que combinan alta radiactividad con una larga vida media. Alrededor de 10.000 años son necesarios para que el americio se desintegre y llegue a niveles de radiación del uranio utilizado como fuel en el reactor. Utilizando aceleradores se podría transmutar estos elementos radiactivos. La transmutación de estos actínidos, es la transformación de estos isotopos en otros bombardeándolos con un flujo de neutrones. La idea es transmutar estos átomos de vida media larga en otros de vida media mas corta. Aceleradores conseguirían transmutar el americio en otros isotopos con una vida media de menos de 500 años. Su eliminación no los excluye de su almacenamiento en instalaciones subterráneas, pero reduciría el tiempo en estas instalaciones y el posible daño al medio ambiente.

Reciclaje de residuos nucleares:

- Esfuerzos en esta dirección están empezando. En Bélgica ya se ha aprobado MYRRHA (*Multipurpose hYbrid Research Reactor for High-end Applications*). En la actualidad se encuentra en fase de diseño, el laboratorio albergará en un acelerador protones de 600 MeV dedicado a la investigación del reciclaje de material radiactivo. La construcción empezará en 2016 y se prevé que este totalmente operativo en 2023. Estas instalaciones producirán además radioisotopos para diagnosis medica y posibles aplicaciones comerciales en el ámbito de energías renovables.
- Hasta recientemente este tipo de tratamiento se creía excesivamente caro debido a las instalaciones requeridas, pero con las mejoras en los aceleradores se esta convirtiendo en una alternativa cada vez más viable. La investigación se está realizando principalmente en Europa, China y Japón, a pesar de ser grandes productores de residuos los Estados Unidos están solo empezando a investigar esta tecnología.

Reducir los residuos nucleares por medio del reciclado:

- Uno de los principales quebraderos de cabeza para el sector de la energía nuclear es el desecho de los residuos peligrosos. Cerrar el ciclo de los combustibles nucleares por medio de un mayor reciclado y transmutación de los residuos nucleares es uno de los objetivos de un proyecto financiado con fondos comunitarios.
- Los residuos radiactivos de las centrales nucleares constituyen menos del 1% del total de residuos tóxicos industriales de los países que utilizan la energía nuclear. El verdadero problema radica en que gran parte de dichos residuos continúan siendo peligrosos durante mucho tiempo.
- El combustible nuclear consumido constituye el mayor volumen de residuos, que se compone de uranio no convertido y actínidos transuránicos, como el americio y el curio. Los actínidos generan la mayor parte de la radiactividad persistente.

El proyecto «Fabrication, irradiation and reprocessing of fuels and targets for transmutation» (Fairfuels), financiado con fondos comunitarios, busca formas de mejorar el rendimiento medioambiental de los reactores nucleares. La prioridad principal se ha fijado en la supresión de los actínidos de los residuos con el propósito de reducir la cantidad de radiactividad prolongada de alto nivel. Posteriormente, dichos actínidos se incorporan a nuevos tipos de combustible innovadores.

Reducir los residuos nucleares por medio del reciclado:

- Se diseñaron combustibles específicos para utilizarse en sistemas de energía nucleares de nueva generación. Se llevó cabo un programa de pruebas en el reactor de flujo elevado de Petten, en los Países Bajos, para evaluar el rendimiento del combustible. De forma paralela, en el proyecto Fairfuels se examinaron todas las pruebas realizadas en programas de investigación anteriores para modelar diversos aspectos de los combustibles desarrollados recientemente.

La excelencia y el saber hacer de todos los socios del proyecto están beneficiando enormemente a la iniciativa Fairfuels, cuyo consorcio está compuesto por empresas grandes y pequeñas, organizaciones de investigación nuclear, universidades y consultoras de gestión de proyectos.

La producción de residuos nucleares se considera por lo general el mayor inconveniente para el uso de la energía nuclear. Al reciclar los actínidos, se podría reducir el tiempo de radiactividad de los residuos nucleares de cien mil años a unos miles de años, o incluso menos. El impacto medioambiental de los residuos nucleares se reduciría ampliamente, lo que favorecería a su vez la sostenibilidad de la energía nuclear, que no comporta emisiones de dióxido de carbono.

Reducir los residuos nucleares por medio del reciclado:



La Situación en España:

La industria nuclear quiere librarse del problema de sus residuos de alta actividad construyendo cementerios nucleares en formaciones geológicas profundas. En España, la entidad encargada de la gestión de estos residuos es la Empresa Nacional de Residuos Radiactivos (ENRESA). Esta empresa estatal planea construir, en el futuro cercano, instalaciones para el almacenamiento definitivo en profundidad de residuos radiactivos, es decir, cementerios nucleares (AGP). Aunque sigue "mintiendo" a la población y acusándonos de provocar alarma social. Se podría llegar a pensar que Enresa se dedica a hacer el "trabajo sucio" de la industria nuclear, es decir, a absorber y financiar (con dinero de todos los ciudadanos) los residuos que esta industria genera.

Estos cementerios nucleares (AGP: Almacenamiento Geológico Profundo) no son otra cosa que un enorme agujero con cámaras subterráneas donde se introducirían los residuos previamente embidonados, sellándose con distintos componentes.

- Se han realizado pruebas en distintos subsuelos como son las sales y las arcillas presentándose problemas técnicos insalvables, por ello pretenden buscar zonas graníticas. El granito presenta la ventaja de su elevada dureza y de su impermeabilidad primaria. Sin embargo, los depósitos de granito frecuentemente se encuentran afectados por una intensa fracturación que los convierte en medios permeables, en los que son impredecibles tanto el comportamiento hidrogeológico como el desarrollo de las fracturas en profundidad

La Situación en España:

- Otro serio inconveniente es que no se conoce cual es la geometría en profundidad de los macizos graníticos. Así, recientes estudios de campo, unidos a datos geofísicos y de modelización experimental en laboratorio, muestran que lo que se creían batolitos (macizos graníticos) de elevada continuidad vertical son en realidad cuerpos laminares incapaces de garantizar el aislamiento.
- En conjunto, el enterramiento presenta una serie de inconvenientes que lo hacen desaconsejable. La escala de tiempos tan gigantesca de la que hablamos es del orden de los tiempos de evolución geológica: Nadie puede predecir si actuarán o no un volcán o una falla en determinado sitio, ni cual va a ser el modelo de circulación de agua en un determinado punto. El seguimiento de los residuos para saber en qué condiciones se encuentra el almacén en cada momento se descarta por motivos económicos. Además, los residuos no son fácilmente recuperables, con lo que sería difícil tratarlos en caso de que a alguien se le ocurra alguna solución, o resolver los problemas de ruptura de los contenedores.

-

La Situación en España:

- Esta opción es la que propugna Enresa (aunque lo niega públicamente) y sobre la que siguen investigando. Manifiestan no tener proyectos específicos aunque ya se estudian modelos para ser aplicados en España. Y según palabras de sus representantes ya habría lugares dispuestos a recibirlos, lo que no sabemos es a qué lugares se refieren.
- Sí que conocemos algunos de los requisitos que, fuera de los propiamente geológicos, también "se barajan" para su ubicación:
- * La zona no ha de tener demasiada población.
- * Su economía no debe ser muy rica, ya que si lo fuera, sería mucho más difícil convencer a los ciudadanos con la cuantía de las subvenciones que contemplan las leyes para este tipo de construcciones.
- * El área no deberá tener interés ecológico ni turístico.
- * La capacidad asociativa de los ciudadanos que allí residan no tiene que ser demasiado importante, es decir, no deben estar organizados en asociaciones de vecinos o ecologistas de consideración, ya que en ese caso, la respuesta popular contra la construcción de los almacenes podría ser mucho más fuerte.

La Situación en España:



FIN



DESPUES PARA LOS QUE QUIEREN

[Handwritten signature]