

El propósito de este trabajo es la difusión  
Se permite la reproducción total o parcial de este libro siempre  
que se haga mención a la fuente

---

## ***Algo sobre energía nuclear.***

Todo lo que a Ud. no le interesa y nunca se le ocurrió  
preguntar.

Por Antonio Urdiales Cano.

---

Edición propia.  
Revisión diciembre 2009.

## **Primera parte.**

### **Repasando los libros.**

#### **El átomo.**

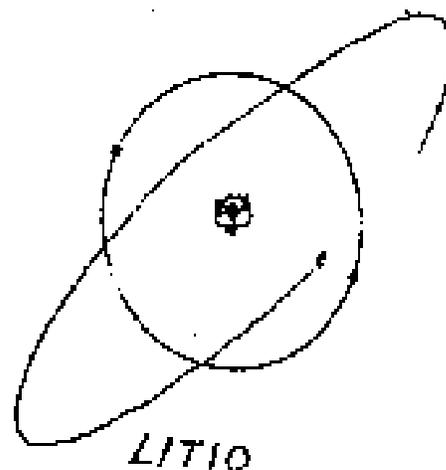
Si partimos un grano de sal hasta hacerlo polvo, sigue siendo sal, a cada partícula la volvemos a partir hasta llegar a polvo impalpable y sigue siendo sal. Luego, si pudiéramos trabajar cosas tan pequeñas, partiríamos las partículas muchas veces más sin que estas dejen de ser lo que era. Finalmente, llega un momento en que si dividimos la deja de ser sal y pasa a ser dos elementos muy corrosivos: Cloro y sodio.

A la partícula mínima posible de sal se la llama "molécula" y a las dos partículas elementales que la componen se le llaman "átomos"

Al átomo se lo creyó indivisible por mucho tiempo, hasta que un tal Niels Bohr dijo que son como Algo así como sistemas planetarios mas o menos esféricos con. Planetas que llamó "electrones" girando alrededor de un núcleo.

Tampoco el "sol" nuclear tenía una naturaleza indivisible; era un núcleo formado por varias clases de partículas: una se llama protón, cuya cantidad es igual a la cantidad de electrones (cuando no hay carga eléctrica alguna) y otra partícula llamada neutrón. Luego Se descubrieron muchas partículas más. Pero para el nivel de este trajo basta con lo descrito hasta aquí. La diferencia entre una materia y otra está dada por la cantidad de pares protón-neutrón que posee en el núcleo, a estos planetas los llamaron "electrones"

3 electrones  
3 protones  
4 neutrones  
Número 3  
Peso Atómico 7



## **Isótopos.**

Los átomos de una misma materia no son todos iguales. Un átomo de carbono puede ser diferente de otro átomo de carbono. Si bien la cantidad de pares protón-electrón es siempre 6 y no puede cambiar (porque con un par más sería nitrógeno y con uno menos sería Boro) En cambio, la cantidad de neutrones, sí puede ser diferente para átomos de un mismo elemento, dando origen a lo que llaman "isótopos" de esa misma materia.



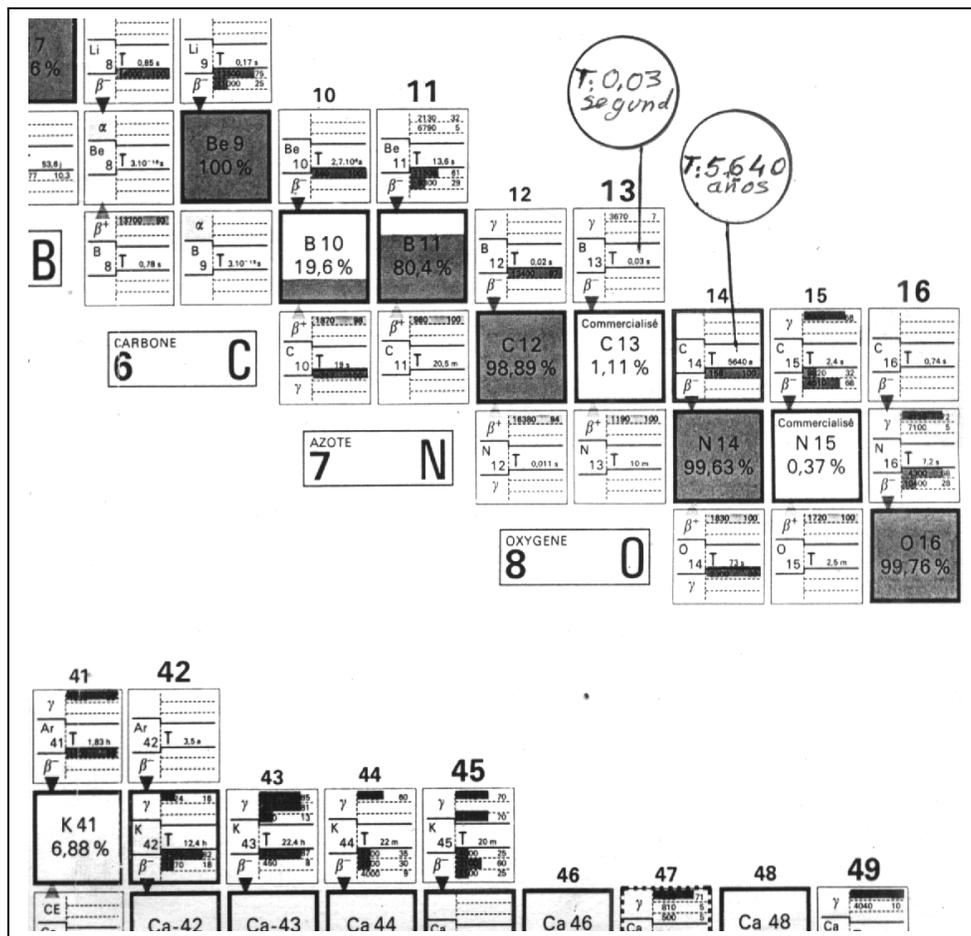
## **Para todos los gustos.**

Hay varios isótopos para cada elemento, por ejemplo. El Carbono tiene 6 pares protón-electrón pero su peso atómico es 12, debido a la cantidad de neutrones que tiene. Además del Carbono 12 hay otros seis isótopos cuyo peso va desde 10 a 16, algunos son inofensivos como los C 10 y 11. Otros de 13 a 16 emiten radiación en distinta medida.

En general, los elementos no emiten radiación ionizante, son los isótopos los que emiten, no todos, a estos se los denomina "radio-isótopos"

Los radio-isótopos emiten radiaciones alfa, beta o gama. Según de cual se trate va a emitir una, dos o las tres radiaciones con intensidades que pueden ser distintas.

La radiación alfa tiene una naturaleza material: es como un gas cuyas partículas están formadas por dos núcleos de Helio, esta radiación es altamente tóxica, además puede provocar transmutaciones en los átomos por el agregado protones y neutrones. Para detenerla basta con un cartón o cosa por el estilo. La radiación beta es un rayo de electrones a alta velocidad, similar a la del interior de los tubos de rayos catódicos. Se la puede detener con una chapa o un tablero de madera. La radiación gama es energía pura y sólo es posible detenerla con blindajes de plomo o gruesas paredes de concreto.

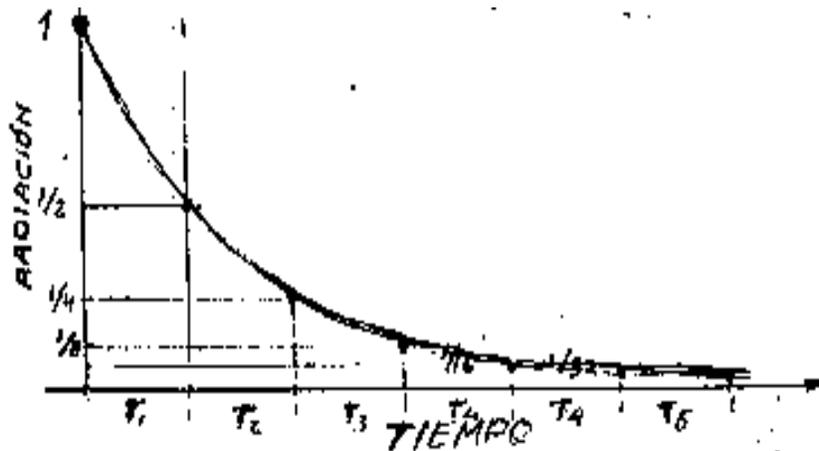


Fragmento de la Tabla de Isótopos de "Le Bi-Répertoire" Editeur C.I.D.

**Se van gastando.**

Otro elemento en juego es la duración de los radio-isótopos, es decir lo que demoran en dejar de ser radiactivos. La radiación ionizante se reduce en forma proporcional a la que posee (cada vez menos pero nunca llega a cero) Para definir la duración de los radioisótopos, se acepta el criterio del "periodo de semi-destrucción". También llamado "Periodo de Declinación" Se entiende por tal, al tiempo que tarda en reducir su radiación a la mitad.

Los periodos de declinación son diferentes para cada isótopo, los hay que viven miles de años, otros duran horas, otros microsegundos. No basta con disminuir a la mitad, algunos deben pasar varios o cientos de periodos para ser inofensivos En el gráfico se ve la declinación de la radiación a la mitad en el primer periodo,  $\frac{1}{4}$  en el segundo,  $\frac{1}{8}$  en el tercero y así siguiendo,



Curva de declinación

### ***La radiación es contagiosa.***

Muchas sustancias, al ser expuestas a la radiación ionizante, se convierten en radio-isótopos y comienzan también a emitir. Un radio-isótopo que dura un segundo puede contaminar y formar otro que durará años. También existen materiales que absorben la radiación, como por ejemplo el agua, el Deuterio que se encuentra en el agua pesada. El más poderoso absorbente es el Zirconio.

### ***La impureza es lo que mata.***

Tanto en los quirófanos como en las centrales nucleares, todo está muy limpio, puesto que algunas impurezas desconocidas se pueden convertir en radio-isótopos, de los cuales no se conoce su duración, también los materiales de los reactores: cañerías y equipos deben tener suficiente pureza porque en caso de una contaminación es necesario conocer cuánto tiempo tardará en descontaminarse.

En las centrales nucleares hay zonas permanentemente contaminadas, en donde ninguna persona puede entrar (zona 1) Allí todo se maneja por medio de robots, brazos biónicos y cámaras de televisión. Existen otros lugares como oficinas, baños, comedores que no se contaminan a menos que haya una catástrofe o algún error grave de operación (Zona 3), Las más críticas son las áreas intermedias, que pueden ser contaminadas y descontaminadas, no por las catástrofes que aparecen en los diarios si no por accidentes cotidianos (Zona 2) Hay un equipo de especialistas que están midiendo siempre, ellos son los que autorizan y desautorizan la entrada a estos lugares. Ellos son los el equipo llamado "Docimetría" En esa zona es donde más horas están los operarios.

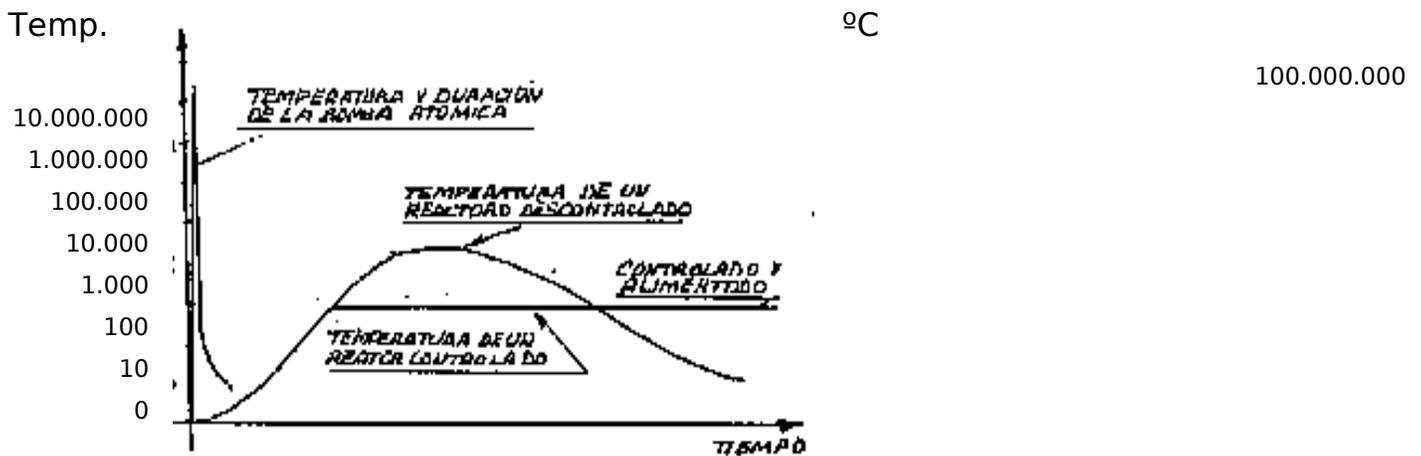
El agua que pasa por las zonas contaminadas no se contamina ni transporta la contaminación, pero sí se contaminan las impurezas que el agua lleva diluida o en suspensión. Para que éstas impurezas sean retiradas del circuito, que pasa por la zona 2 y por las turbinas, el agua pasa por intercambiadores iónicos, donde esas partículas quedan pegadas a una resinas que se descartan periódicamente.

## El fuego nuclear.

El átomo de uranio 235 tiene un núcleo tan inestable que al ser bombardeado con neutrones se parte en dos núcleos más livianos, produciendo más neutrones que a su vez bombardean a otros núcleos y así siguiendo, al tiempo que produce gran cantidad de luz y calor.

Según la cantidad y concentración del material y el tiempo de bombardeo, el U 235 puede convertirse en una masa incandescente con cientos de grados o miles de grados que funde recipientes, mesas, pisos y suelos .o en bomba atómica con millones de grados. La masa crítica para la bomba atómica es de 5 Kg de U de la máxima pureza.

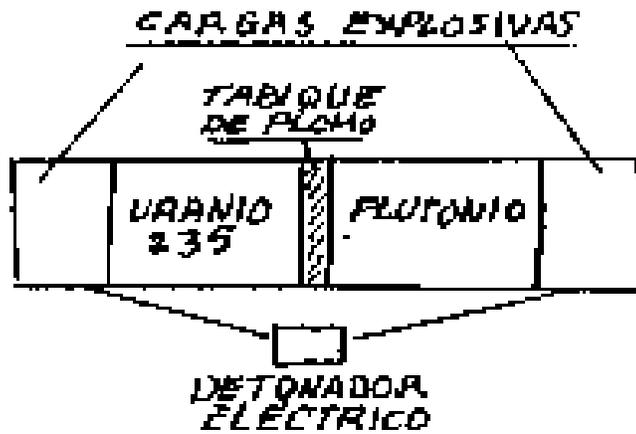
La temperatura crece y declina formando una curva tipo campana de Gauss. La velocidad del calentamiento y la temperatura máxima dependen de la pureza de los componentes y de la cantidad de masa. Basta con mezclar Uranio 235 (que hace de combustible) y Plutonio (que bombardea con neutrones) para iniciar la fisión nuclear. El Plutonio no existe en la naturaleza, es producto de la fisión, y a su vez bombardea a otras sustancias.



Intensidad en función del tiempo

Para que esta reacción sea considerada Bomba Atómica se requieren 5 Kg de material comprimido en forma violenta. La bomba de Hiroshima era un cañón de artillería donde la bala se disparó hacia adentro haciendo comprimir uranio en el fondo, la de Nagasaki era una masa de plutonio que se hizo implotar con pólvora alrededor. Las últimas eran masas de uranio y plutonio.

La fisión nuclear que se realiza en las centrales nucleares es la misma de la bomba atómica pero atenuada. La calidad del combustible usado en los reactores es inferior, haciendo que sea menos costoso. Además reacción está limitada porque entre las barras o cartuchos de combustible se intercala algo llamado moderador.



*La Bomba Atómica*

En Chernobil se intercalan barras de combustible con barras de grafito, subiendo las barras de grafito se calientan más las de Uranio, metiendo más grafito baja la temperatura. En Atucha se moderaba en principio con barras de cadmio, luego cambiaron el sistema por una corriente de agua pesada, en Río Tercero la corriente de agua pesada está desde el principio.

### ***Al borde del fin.***

El proceso de fisión controlada es inestable en esencia por dos razones: Una, porque cuanto mayor sea la temperatura, tanto más se acelera la reacción, y entonces aumenta la producción de calor, con ello la temperatura y así siguiendo, esto se llama "realimentación positiva"

La otra es que la ganancia aumenta con la temperatura, por ejemplo: si una masa fisionante produce mil calorías a una determinada temperatura. Si duplicamos la temperatura produce millones de calorías, esto se llama: "ganancia creciente"

No existe algo tan inestable como un proceso de realimentación positiva con ganancia creciente. Si estos reactores no revientan todos los días es porque no fallan los sistemas de control automático, que actúan sobre la refrigeración del reactor y porque están vigilados por personal muy entrenado que le conoce todas las mañás.

Si falla la refrigeración se recurre a inyectar el "veneno" en el agua de refrigeración, se trata de un compuesto de zirconio que absorbe y detiene la fisión... Si no es demasiado tarde. Si con el veneno no alcanza entonces la "calandria" (que es el nombre del verdadero núcleo del reactor) está ubicada en un bunker de un metro de pared de acero, adentro de otro bunker de tres metros de concreto y sin techo para que la explosión vaya para arriba y de tiempo a escapar. En la Central Río III el edificio del reactor tiene forma de cilindro vertical, las paredes resisten una presión de 10 atmósferas mientras que el techo es una cáscara de hormigón de 10 cm de espesor sin hierros. Hay un entretecho que no cubre hasta el centro y forma un tanque de agua con forma de anillo, en caso de explosión caería un anillo de agua para que no se

propague hacia los costados. Viendo los planos de las centrales atómicas se advierte que están diseñadas con miedo.

### **Holocausto.**

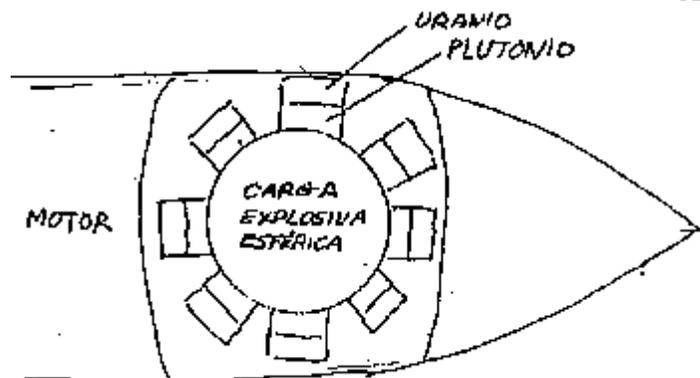
Cualquiera haya visto imágenes filmadas de la deflagración de una bomba termo-nuclear puede entender el horror que se describe a continuación:

La detonación de una bomba de pólvora es más violenta que la atómica en el sentido de que dura menos de un micro-segundo. La fusión rápida de la bomba atómica, dura casi medio segundos, es un flash que se hace detonar a una altura de unos mil metros para que haga máximo daño posible. La temperatura de este flash llega a ciento de miles de grados centígrados. Esto provoca abajo temperaturas de diez mil o veinte mil grados (téngase en cuenta que la superficie del sol está a 6.000 °C) A esas temperaturas, se convierten en gas de inmediato el agua, los cuerpos, el suelo, los metales, el hormigón. Sobre el suelo, es tan alta la presión y la temperatura, que se forma una semi-esfera de fuego que crece hasta llegar a la altura del flash en tres o cuatro segundos. Alrededor se forman vientos capaces de fundir metales y arrancar edificios. Más afuera, el viento incendia grandes superficies en forma simultánea, y luego llega el terremoto causado por la presión que hizo la semiesfera. La bola de fuego continúa subiendo y se convierte en hongo, Luego, los vientos de alrededor, se vuelven huracanes convergentes, por afuera del hongo se condensan los materiales pesados formando una catarata de sólido que cae y sigue ardiendo.

Luego continúa produciendo muerte y mutaciones por contaminación radiológica, sobre grandes regiones y a largo plazo a países enteros y por muchos años.

### **La bomba neutrónica:.**

Esta fue concebida para detener un posible avance de tanques rusos sobre Europa. Consiste en una bomba de pólvora que al estallar a gran altura reparte una cantidad de bombas atómicas. Estas por ser pequeñas, no llegan a detonar y se convierten en incendios nucleares distribuidos por la zona y que emiten radiación ionizante matando todo lo que vive.



*La bomba neutrónica*

Alemania, que era el escenario de cualquier avance soviético, rechazó esta arma porque se quedaría con toda la contaminación de la batalla. Esto a la larga provocaría la muerte o disminución física de casi todos los alemanes, quedarían regiones inhabitables por varios siglos y los campos inutilizables por miles de años.

No fue fácil para los alemanes convencer a Reagan de abandonar esa locura. Arguyeron que si bien algunos tanguistas enemigos morirían en minutos, muchos otros lo harían en horas, días o meses, y el hecho de saberse condenados a muerte los haría más peligrosos, haciendo a la bomba una arma en contra. Por otra parte se sabía que los tanques rusos contaban con blindaje antinuclear, agua y alimentos. No así las fuerzas de la OTAN. Los manuales de guerra especifican a cuantos hombres equivale un suicida con cuchillo, con rifle, con cañón o con un avión, pero no dicen todavía a cuanto equivale una división de tanques suicidas.

### ***Las balas "U" .***

En la guerra de Yugoslavia, se usaron por primera vez. Son balas con punta de Vidia que penetran el blindaje de los tanques y contiene micro bombas atómicas que elevan la temperatura en el interior a más de 100 ° C matando a los tripulantes que no llegan a salir a tiempo.

Hoy hay numerosos casos de cáncer y malformaciones en la zona y en menor medida en el resto de Europa.

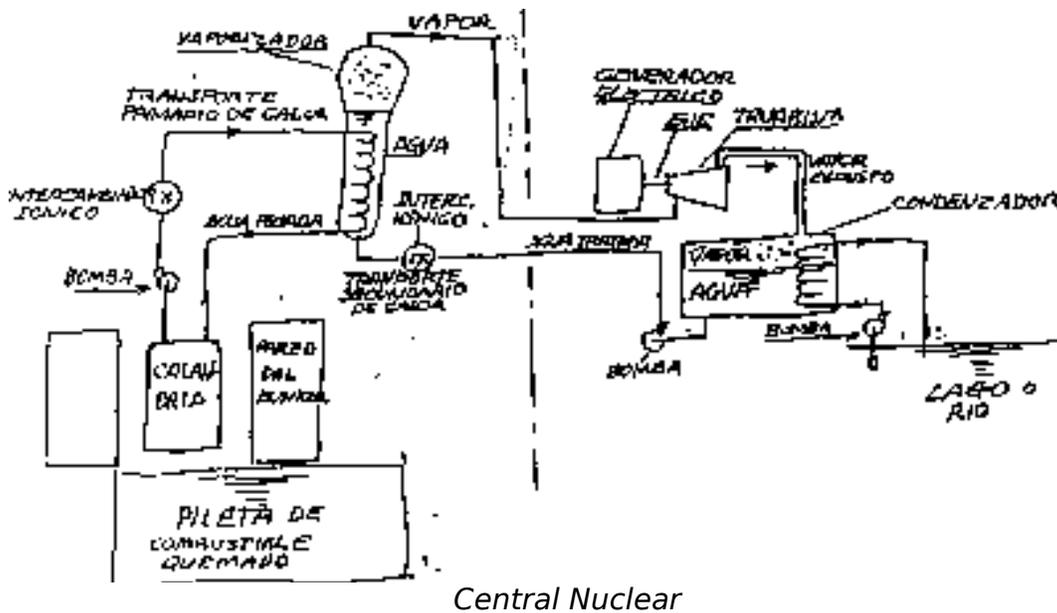
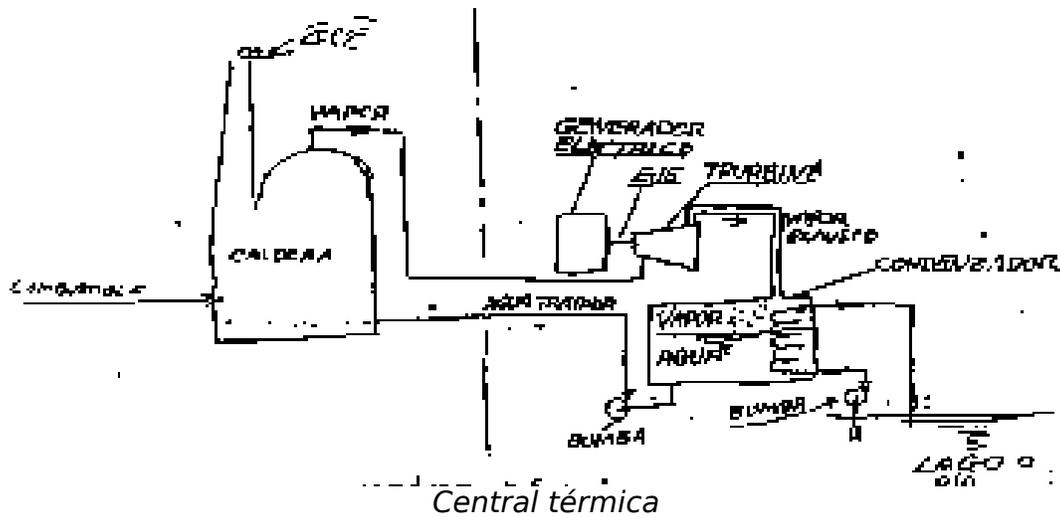
### ***El incendio nuclear.***

Como hemos visto, la fisión es un proceso inestable, por lo tanto, un descuido, error humano o mecánico puede llevar al descontrol, que no llega a ser una bomba atómica. La explosión de la bomba no es fácil de lograr, En un reactor hay mucho más combustible que en la bomba, pero es muy difícil que se llegue a esa situación. Lo que ocurre comúnmente en un reactor descontrolado es el "incendio nuclear", donde el reactor se funde, mezclándose todo y ardiendo. Si bien la explosión es menor, la contaminación radiológica que provoca es mayor que la de la bomba (una especie de inmensa bomba neutrónica)

### ***Las usinas atómicas.***

Con el fuego nuclear controlado en la calandria, se calienta una corriente de agua pesada, ésta lleva el calor a los hervidores (unos intercambiadores de calor) y vuelve circular por los tubos de la calandria, a esto lo llaman "transporte primario de calor" en la Central Embalse esa agua va a 550 ° C y no hierve porque está presurizada a 105 atmósferas.

A los hervidores llega agua tratada (como destilada) allí se vaporiza, viaja hacia las turbinas para hacerlas girar, luego a los condensadores para que vuelva a ser agua, de ahí a las bombas y vuelve a los hervidores. A esto lo llaman 'transporte secundario de calor'



En definitiva son como usinas térmicas donde la función de caldera la cumple el reactor.

### La ubicación de Atucha.

Si se produce un incendio nuclear en Atucha, es capaz de contaminar aire tierra y agua. Con esto se contamina el Paraná hacia abajo, el Río de la Plata y el agua corriente de todo BS. AS. Es decir, lo primero sería el triángulo Zarate, Luján, Punta

Indio. La mayoría de los habitantes del país. Tiempo después llegaría la contaminación a toda la Argentina, Uruguay y parte de Brasil. Si Chernobil hubiera estado ubicada como Atucha. Es decir: a orillas del Río Volga aguas arriba de Moscú. Otra hubiera sido la historia: Moscú y sus alrededores estarían hoy totalmente deshabitados, habrían muerto millones y estarían muriendo miles todavía aunque se hubieran mudado a otra ciudad. Esa es la situación de Bs. As. si se descontrola Atucha.

### ***Antes y después de Chernobil.***

Si en la historia occidental se cuentan los años antes y después de Cristo, en el tema nuclear se cuentan antes y después del incendio nuclear de Chernobil. No es porque Chernobil haya sido el peor desastre, tampoco porque les haya sucedido a los comunistas. Lo que allí sucedió encierra algo terrorífico: Por primera vez la historia falló algo que no estaba previsto en los libros y los manuales de todo el Mundo. Y si pasó una vez, puede pasar dos veces.

De modo que hasta eso que hemos venido diciendo, de que una central atómica no se puede convertir en bomba termo-nuclear, es verdad, pero hay que tomarlo con pinzas.

Chernobil, en materia nuclear, es la bisagra entre el pensamiento moderno que dice: "pase lo que pase la ciencia lo va a arreglar", y el pensamiento post-moderno que dice: "hay más interrelaciones en la naturaleza que en el conocimiento humano y hay caminos sin retorno, por eso hay que evitar toda alteración que produce el hombre"

### ***Los del Norte lo harían mejor.***

Todos Pensamos que en los países desarrollados no se hacen las cosas tan mal como aquí, sin embargo, en el tema nuclear se las arreglan para hacerlas peor que nosotros. Las centrales atómicas de los países industrializados funcionan con uranio enriquecido. Este produce tal cantidad de calor, y es tan inestable que el agua pesada no alcanza para controlarlo, tienen que usar agua común, que es más moderadora que la pesada. Esta es una de las justificaciones económica para ese tipo de plantas.

El proceso de enriquecimiento es mucho más costoso, peligroso y contaminante. Casi todo el uranio que usan lo extraen en Australia, después del tratamiento con ácidos que se realiza en las proximidades de las minas, se exporta a EE UU, Allí está la única planta que lo convierte en uranio gaseoso (hidruro de uranio) se envasa en recipientes de alta presión de acero inoxidable, luego atraviesa todo EE UU en camión y de ahí lo llevan a pasear en camión por las rutas de Inglaterra, luego viaja a Rusia donde está la única planta de enriquecimiento, que solo trabaja con hidruro de U, de ahí va a Inglaterra, donde se acopia y distribuye para las plantas de los países de el mundo civilizado.

Por último, el combustible quemado de esas plantas va a Inglaterra, de allí a Japón para ser procesado y vuelve a Inglaterra donde se almacena o se distribuye a países del Tercer Mundo para su acumulación. Ellos no cuentan con la energía que gastan en transporte, tampoco con el riesgo del tráfico por los océanos, por atravesar EE UU de Oeste a Este en camión y también por Europa.

### ***La basura australiana.***

En Argentina una empresa privada (ex-estatal) consiguió promulgar una ley para poder concretar su negocio: una licitación por una planta nuclear en Australia. La oferta Argentina no era la mejor pero ofrecía quedarse con la basura, ese detalle le hizo ganar la licitación. Nuestros representantes votaron la entrega de la salud de la población, las nuevas generaciones y la de nuestro medio ambiente. Con este antecedente abrieron la puerta para futuras importaciones de basura nuclear.

Un senador dijo por radio: -La gente se imagina contenedores y contenedores, pero no, es un tachito así. Con respecto al tamaño de la basura cabe aclarar que un gramo de plutonio (convenientemente repartido) alcanza para enfermar de cáncer a 10.000.000.000 de personas, es decir toda la población del Mundo. Si bien la cantidad es poca, debido a los blindajes termina estando repartido en varios contenedores.

## ***Segunda parte.***

### ***Matándonos suavemente.***

Hasta aquí hemos hablado de la posible contaminación de grandes catástrofes. Pero hay otro tipo de contaminación que corresponde a pequeños accidentes cotidianos, por errores de operación pro fallas de diseño de las instalaciones por fallas mecánicas. De pronto el personal de Dosimetría prohíbe la entrada a alguna sala de la central nuclear y ponen las mangueras de incendio a mojar las instalaciones durante varios días hasta que los valores de radiación bajan a niveles aceptados por las normas de la empresa.

Esta contaminación se diluye en grandes cantidades de agua y esa agua llega a nosotros en ínfimas cantidades a través del agua potable, la ducha, la comida y el aire,

El agua de los lavados va al Paraná o al lago del Embalse Río Tercero. En las centrales nucleares hay un cuarto de ducha cada 10 metros para que acceda rápido cualquier operario con duda de estar contaminado y se abre la ducha con solo pisar, toda esa agua va al río. La central Embalse tiene un tanque para las aguas de lavado, pero es un tanque ridículo: tiene 4 m<sup>3</sup> de capacidad (4.000 litros) No obstante podemos ser ingenuos, creer que la capacidad es suficiente y aún así podemos preguntar ¿qué hacen con el contenido del tanque cuando se llena?

### ***Por arriba.***

El aire de ventilación pasa por los lugares más calientes, que son los más contaminados, incluso, pasa por aquellas zonas donde no puede entrar ningún mortal. Si bien los gases que componen el aire no se contaminan ni transportan la radioactividad, las partículas que lleva el aire sí que se contaminan. Permanentemente, el aire arrastra partículas de polvo desconocidas que al pasar por allí se convierten en radio-isótopos. Los mismos adeptos a la energía nuclear han establecido la especificación de que el aire debe ser descargado a una altura de 12 m, como si eso cambiara algo. Estas partículas son transportadas por el viento y las baja la lluvia. El personal de la CNEA dice que el aire se filtra, pero es tanto volumen de aire y tan caro el mantenimiento de los filtros (son más grandes que un cine grande) que las tareas de mantenimiento de filtros existen solamente en los expedientes administrativos.

### ***Radiación ionizante al alcance de todos.***

La ventilación del reactor transporta partículas que con la lluvia llegan al suelo y al agua; continúan su viaje convertidas en verduras, carne y leche. Los permanentes lavados que se hacen le suman partículas radiactivas a ríos, lagos y napas, ellas llegan al agua potable y contagian su radiación a cañerías, paredes, suelo y personas, que a su vez se convierten en emisiones de radiación y así siguiendo.

### ***No es para tanto.***

Quizás estamos exagerando. Todo esto es verdad, aunque las cantidades son pequeñas. Pero ocurre que el proceso de contaminación es acumulativo: cada año hay más en el aire, agua, suelo, plantas, animales y humanos.

El caso del Estroncio 90 es patético y típico. Este elemento es muy parecido al calcio (está justo debajo de él en la tabla periódica de los elementos) y se incorpora a los huesos como si fuera calcio. El Estroncio 90 es arrastrado en la ventilación de las centrales, llega a las pasturas, de allí a la vaca, a la leche y a los huesos de los que

más leche toman. Luego ellos emiten radiación gama desde el esqueleto, y el periodo de declinación del estroncio es de 80 años.

### ***Pero ¿cuanto es?***

Veamos todo esto en cifras. Vamos a utilizar para todo, la misma unidad de medida: el "milisievert" (mSv) por unidad de superficie.

#### **Radiación natural:** (desde siempre e invariable)

Radiación cósmica	0,3 $\gamma$ anual
Gas Radón al aire libre	0,06 $\alpha$ anual
Gas Radón en edificios de hormigón	0,70 $\alpha$ anual
total natural	0,36 anual

#### **Radiación artificial** (mayor cada año)

Residuo de explosiones atómicas hasta 1981	3,80 anual
Residuo de producción de energía medida en estaciones cero. <sup>1</sup>	1,00 anual
Rayos x	15,00 x placa
TV y monitor blanco / negro y color	Sin datos
Alimentos, apósitos, pañales irradiados	
Cercanía con líneas de alta tensión	
teléfono celular	
total natural + artificial en ciudad y sin placas radiográficas	5,00

### ***¿Cómo llegan a nosotros?***

3 % por inhalación,  
18 % por radiación,  
79 % por ingesta.

Ahora viene la pregunta inevitable:

### ***¿Cuánto resiste el cuerpo?***

La cifra a sido motivo de discusión durante años. Cada país tenía su número, Los científicos presentaban distintas cifras según para quien trabajaran. En Argentina se admitía oficialmente 150 mSv para operarios hasta que sucedió el accidente de Chernobil. Desde entonces intervino la Organización Mundial de la Salud y quedo 20 mSv para todo el mundo. De acuerdo a esto, las radiografías deberían usarse en casos

<sup>1</sup> Las estaciones cero de monitoreo son las que están ubicadas en los lugares más alejados y vírgenes del planeta. No es el caso de Bs. As que está aguas abajo de Atucha

muy extremos, lo normal tendría que ser la ecografía y los dentistas deben aprender a diagnosticar con las filtraciones de luz de la "lámpara alógena". A los jugadores de Fútbol solo les hacen ecografías para evitar daño en las piernas con rayos X.

***Es poquito. No es nada.***

Además de lo dicho está la radiación que emiten productos irradiados como alimentos, medicamentos, golosinas, cosméticos, apósitos, pañales, el uso de la medicina nuclear y la intervención de tecnología nuclear en el agro. Actualmente se están vendiendo cremas desinflamantes radiactivas para uso humano, que solo están autorizadas para animales. De estas hacen propaganda con carteles, también en medios de difusión masivos y el Gobierno no se da cuenta. Cualquier vecino deja el pote de crema al lado de la cama como si fuera cualquier cosa.

Si yo me pongo a discutir con cada uno de estos proveedores me van a ganar la discusión. Me van a decir: ¿Cuántas pastillas se toma usted por día? ¿Cuánto cosmético se pone? Ninguno de ellos va a hablar del efecto de la suma de todos estos.

***Como si fuera poco.***

Se ha implementando un proyecto para irradiar los alimentos que pasen por el Mercado Central de Buenos Aires. Las verduras, especialmente papas y cebollas pasan por la cinta transportadora en su cajón y desfilan frente a una pastilla de cesio radiactivo. Esta es una forma de democratizar la radiación ionizante para que todos tengamos un poco de ella sin necesidad de trabajar en una planta nuclear.

En 1997 nuestro entonces presidente "ecologista" inauguró la planta irradiadora de todos los líquidos cloacales de Bs. As. El fundamento de semejante disparate era el cólera. Esta planta tiene por objeto "limpiar" de bacterias a los líquidos cloacales para proteger al mar. Esa radiación después llega nosotros si nos bañamos en las playas de la costa o si comemos pescado.

## ***Tercera parte.***

### ***¿Cómo cuidarse?***

Hablaremos solamente de casos de baja radiación como pueden ser la cercanía de las centrales atómicas. Nada podemos decir de los casos de accidentes o de alta radiación.

Para zonas como el triángulo San Pedro, Luján, Punta Indio. Una, consiste en que los municipios de la región cuenten con un contador Geiger como BAIRO-ATOMIC, LTD, RFA, RADEX, INSPECTOR. Se consiguen por Internet, cuestan desde € 59 tienen el tamaño de una calculadora de bolsillo. También los puede hacer uno mismo. Con este contador, los municipios pueden verificar periódicamente el agua, los alimentos y otros productos. En caso de la radiación alcance los 50 BATT, el municipio debe cortar el agua hasta que la señal sea inferior y devolver cualquier producto supere ese valor.

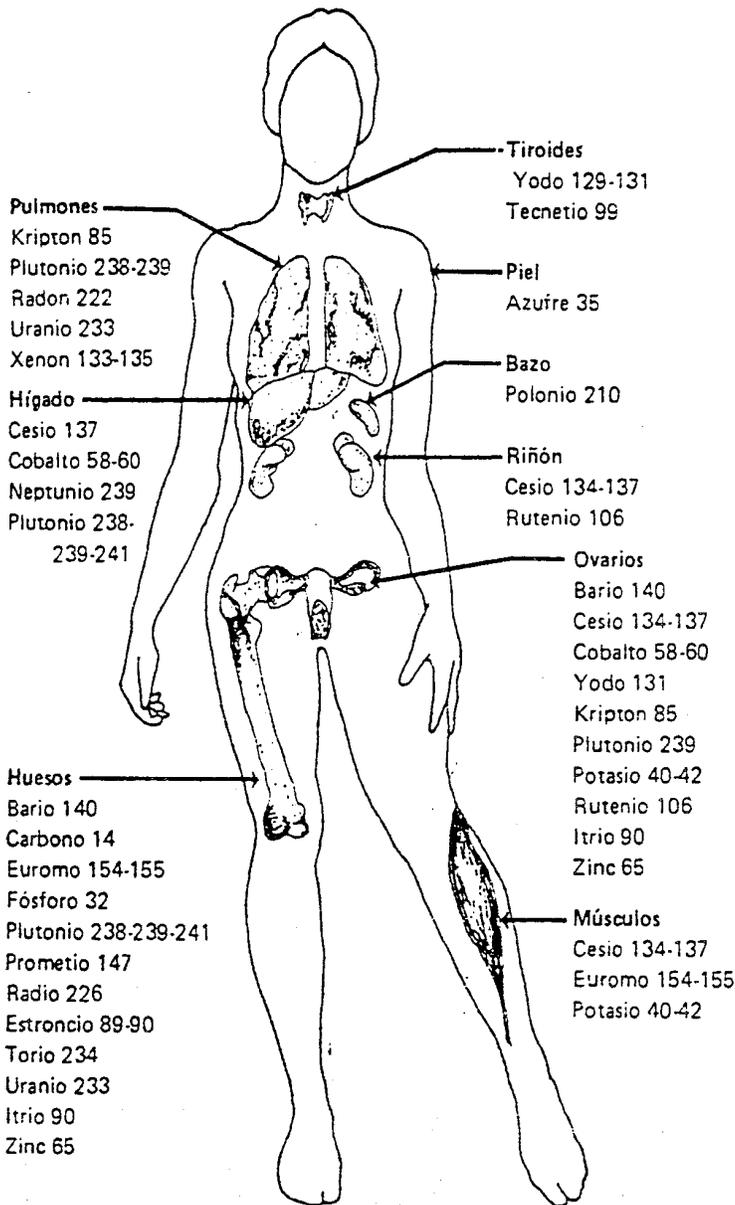
Hay algo más que puede hacer cada uno. Se trata de la dieta propone Sara Shanon. Esta se basa en que hay alimentos que disminuyen la acumulación de sustancias radiactivas. Se basa en el supuesto de que si el cuerpo puede elegir, elige bien.

El cuerpo se puede encontrar con Estroncio y no lo asimila si tiene suficiente calcio. Uno está arriba del otro en la tabla periódica, por lo tanto tienen mucha afinidad

química. Dentro de ciertos límites, uno se contamina con Estroncio cuando falta Calcio, con Cadmio cuando falta zinc y así siguiendo.

Esto vale también para las dietas deficientes.

Se contamina con:	Cuando falta:	Lo tienen:
Estroncio	Calcio	Verduras verdes
Rubidio	Potasio	Zanahoria, tomate, repollo.
Cadmio	Zinc	Salvado. Lo integral
Aluminio	Boro	Girasol
Arsénico	Fósforo	Palta, pescado



Otra forma de cuidarse es evitar los alimentos que acidifican la sangre porque favorecen la asimilación de metales pesados y muy especialmente, evitar la leche que además es la principal portadora del Estroncio 90. Durante mucho tiempo se creía que la leche desintoxica y ahora se está viendo *que* no es así. También hay alimentos que se contaminan con los iones del cuerpo y se los llevan con los excrementos como son las crucíferas (repollo, Coliflor, nabo, berro, brócoli, mostaza, rábano, rúcula) También la pectina de las legumbres, especialmente de los porotos.

También hay alimentos que se contaminan con los iones del cuerpo y se los llevan con los excrementos como son las crucíferas (repollo, Coliflor, nabo, berro, brócoli, mostaza, rábano, rúcula) También la pectina de las legumbres, especialmente de los porotos.

## ***Cuarta parte.***

***Ni siquiera es negocio.***

### ***¿Porque la energía nuclear?***

Cuando se concibió Atucha (por los años 59) eran otras épocas. Las grandes empresas buscaban el auto-abastecimiento, los países también. Atucha se hizo para garantizar el abastecimiento de energía en caso de guerra. Las hipótesis de guerra de aquellos tiempos eran contra Inglaterra o EE UU. Con tales argumentos no importaba cuanto podía costar la central atómica.

Hoy esas hipótesis no existen, la justificación actual es económica y lo explican así: -Las usinas más baratas son las térmicas (a gas o fuel oil) pero luego hay que pagar el combustible. Las de menor costo operativo son las hidroeléctricas, pero la inversión es muy grande. Las nucleares no son inversiones tan grandes como las hidráulicas ni tienen tanto costo operativo como las térmicas-

## ***La inversión.***

En la práctica resultan ser más caras que las hidroeléctricas y los costos operativos superiores al de las térmicas.

La central hidroeléctrica binacional de Salto Grande le costó al país U\$S 900 millones y le da 900 millones de vatios. Un dólar por vatio. La Central Atómica de Río III costo U\$S 3.000 millones y produce 600 millones de vatios. Cinco dólares por vatio.

## ***Los equipos.***

Todo material que se compra para una central nuclear es más caro que lo que se usa en una central térmica convencional. La pureza del material y la calidad a prueba de fallas están especificada en extremo y eso influye en los precios. Un equipo o un caño de acero para este uso no puede tener ni siquiera trazas de fósforo, silicio, magnesio, azufre y ninguna impureza que pudiera convertirse en radio-isótopo. En el mercado no existen. Hay que fabricarlos a pedido y con costos descomunales.

Como ya vimos, hay zonas de confinamiento perpetuo y cuando falla un equipo (si no vuela la central) es retirado por brazos biónicos o robots, es arrojado a la pileta de combustible quemado y se lo trata como desperdicio radiactivo. Los mismos brazos mecánicos, herramientas y cámaras de TV van al mismo destino cuando salen de servicio. Se produce mucho desperdicio con alto costo de reposición.

## ***Costo operativo.***

El manejo del combustible nuclear en la mina es caro, contaminante y peligroso. El uranio, químicamente, es un mazacote que no reacciona con otras sustancias y se lo encuentra rodeado de otros mazacotes. Para purificarlo se usan ácidos poderosos como el fluorhídrico (único que disuelve el vidrio) Las reacciones producen gases fluoro-carbonados que van a la estratosfera y agrandan el agujero de ozono. Este trabajo es insalubre debido a la elevada radiación alfa del uranio. Contamina ríos y napas con compuestos ácidos y residuos radiactivos. Con todo esto se llega a una concentración de 10,4 gramos de U 235 por cada metro cúbico de combustible.

Por lo contado hasta aquí, ya la energía nuclear es más cara que el petróleo. Pero ahí no termina la cosa, hay que procesarlo para convertirlo en barras o en pastillas, esto se hace a distancia con brazos biónicos y por el tiempo que demanda es mucho más que artesanal. Las barras son para Atucha y las pastillas para Río III. Ambas son encapsuladas en tubos del acero más caro del Mundo Zircaloy 4 una aleación de la mayor pureza que además contiene zirconio.

## ***Como si fuera poco.***

Las barras y cartuchos de combustible quemado, siguen produciendo calor y altísima radiación ionizante. Una vez que cumplieron su ciclo, caen desde el reactor a una gran pileta llena de agua tratada (como destilada) Se las maneja desde arriba con brazos biónicos. Para evitar incendio nuclear del combustible quemado, se mantienen las piezas separadas en agua tratada. El agua debe circular en forma permanente y ser enfriada y purificada para evitar la presencia de iones desconocidos que puedan contaminarse y transmitir la radiación. El combustible quemado queda ahí para siempre porque todavía no se ha resuelto cómo manejar esto a fuera del agua.

Las resinas usadas para purificar el agua de la pileta de combustible quemado, así como el agua del reactor, la del transporte de calor y otras, quedan cargadas de radioisótopos de duración desconocida. Por eso son encapsuladas en recipientes de acero inoxidable dentro de otro blindaje de plomo y este dentro de un blindaje de concreto en un tambor de 200 lts, y se los entierran a gran profundidad en lugares que no se sabe cuáles son. El periodo de declinación del plutonio está en el orden de los 14.000 años, y para que la radiación ionizante vuelva al nivel que tenía cuando era uranio se necesitan siete periodos.

Al costo de lo dicho hasta aquí súmele la vigilancia contra robo. Durante varias decenas de miles de años, este material sirve para hacer bombas atómicas y puede ser apetecido por terroristas, lunáticos o gobiernos. Mirando nuestra época es absurdo pensar que asechan ladrones nucleares, pero las políticas, ideologías y locuras van cambiando con los años y (como decía Carl Sagan) lo que es casi imposible en nuestros días, es casi inevitable en 10.000 años.

No hay justificación económica para la energía nuclear, sólo se justifica para países que quieren tener la bomba atómica.

## ***La doctrina de Gorbachov.***

Los rusos decían así: Si atacamos a EE UU con todo el arsenal nuclear que tenemos, no queda un solo norteamericano con vida y luego, un año más tarde no queda un solo ruso con vida. Si ataca primero EE UU es lo mismo, no queda un solo norteamericano. El armamento nuclear no lleva a la victoria, por lo tanto carece de sentido. Este razonamiento fue el fundamento del desarme unilateral de la Unión Soviética. Gorbachov tuvo en sus manos, lo que en ese momento era el poder militar más grande del Planeta, y lo desarmó. Millones de humanistas del Mundo decían: “Si tengo el poder en mis manos lo desarmo de inmediato” Pues bien Gorbachov, que se dice humanista, lo desarmó y modificó un mapa que se iba a modificar con no pocas guerras.

Hoy no existe justificación económica posible que sostenga la conveniencia de utilizar energía de origen nuclear. Poniendo sobre la mesa las ecuaciones económicas y las necesidades energéticas, lo más conveniente es cerrar las centrales de inmediato. Sin embargo Hay países que compran centrales atómicas sin otra intención que la de tener la Bomba Atómica.

## ***Quinta parte.***

### ***Atucha en Buenos Aires.***

Las centrales nucleares de más acertado diseño duran, en promedio 20 años. Y a los 30 se sacan de servicio con o sin fallas. Atucha tiene más de eso y no es de las más agraciadas, se inauguró 1.974. Tuvo serios problemas desde siempre. La hizo la empresa Siemens que no tenía experiencia previa, había hecho una en Karlsruhe, Alemania una planta de 50 MW y saltó a Atucha de 335 MW. Se demoró dos años la puesta en marcha por problemas de criterios de diseño. El primer año estuvo detenida 38 % del tiempo, tuvo 18 paradas en 10 meses ha sufrido gravísimos accidentes secundarios, nunca avisaron a la población, se sabe muy poco, no por vía oficial sino por denuncias de Greenpeace.

### **ACCIDENTES EN ATUCHA 1** (Fuente: folleto de Greenpeace)

1974: Atucha estuvo detenida el 35 % del año y tuvo 18 interrupciones de funcionamiento en 10 meses. La mayor parte de las paradas estuvieron asociadas al sistema de refrigeración.

1975: La central tuvo dos paradas imprevistas como consecuencia de "errores operativos".

1983: Una serie de incidentes y desperfectos llevaron a calificar la situación de la central como de "ruinosidad completa".

1984 12 de noviembre: La central interrumpió su servicio: una falla electrónica en la tarjeta de control de temperatura, detuvo una bomba de agua de alimentación del circuito de enfriamiento del reactor.

1985 4 de junio Se produjo un accidente de trabajo por accionamiento de una válvula durante la ejecución de un trabajo de mantenimiento.

1985 17 de septiembre La central paró por caída de presión en el sistema del reactor. El envejecimiento de un conector en el módulo de control de la central, produjo un falso contacto y abrió indebidamente una válvula, que provocó la caída de presión en el sistema primario de la central.

1987 10 de agosto: Se debió desconectar manualmente la central ante la repentina pérdida verificada en un tubo de caldeo, lo cual significaba una importante amenaza a la seguridad de los trabajadores de la planta.

1987 22 de diciembre: Derrame de aproximadamente 50 toneladas de agua pesada "radioactiva" durante los tests de presurización. Debido a esta fuga la central debió estar parada 150 días.

1988 11 de agosto: Pérdida de potencia del reactor por recalentamiento del líquido moderador Esta se produjo por degollamiento de un tubo refrigerante, la rotura de varias barras de combustible y el daño de algunas placas que recubren el interior del tanque del reactor. La central debió estar detenida por un año y cuatro meses, hasta Enero de 1990. Actualmente, está en operaciones lo que constituye un peligro inminente para los habitantes de la zona. Debido a esto Siemens se desligó de toda responsabilidad por escrito en 1988.

Desde 1990 no tenemos más datos de accidentes, lo cual no es motivo para pensar que no los hubo. Sabemos por la prensa que en el 2005 estuvo parada desde el 21 de septiembre hasta el 10 de diciembre. No sucedió cosa alguna, sólo que la radiación generalizada no permitía entrar más a la planta. Durante esos meses no se hizo más que lavar todo el edificio del reactor con miles de toneladas de agua que fue al Río Paraná.

### ***Consecuencia de un posible incendio nuclear.***

Si en Atucha ocurriera un accidente la población sufriría los siguientes daños. Tomando como referencia la cifras de Chernobyl del verano de 1986 Chernobyl está en un zona meno poblada que Atucha.

Muerte por radiación directa 31.

Muertes por radiación en áreas cercanas compuestos por leucemia en niños, cáncer de mamas, de tiroides y de huesos 500.000.

Abortos espontáneos, Bocio, Síndrome de Down, malformaciones genéticas 338.000.

Evacuados 135.000.

Estamos hablando de un radio en cuyo borde estarían San Fernando, Luján, Mercedes, Carmen de Areco, Arrecifes, Pérez Millán, San Pedro y del otro lado del río el Delta de Tigre, Villa Pranacito, Ceibas y Mazaruca.

En un radio de 400 Km Las tierras no se podrían usar para agricultura ni ganadería durante miles de años.

Pero Atucha además, está a orillas del río, El agua transporta la radiación y las consecuencias de un accidente llegarían hasta Punta Indio.

Como si fuera poco. En la década de los 90 se dieron los primeros pasos para la privatización de las centrales atómicas. Sabemos que las empresas privadas gastan dinero en pintura y decoración, mientras que ahorran en mantenimiento y en personal. Ellas despiden a muchos empleados caros y los reemplazan por pocos y baratos, estos llegan con buena intención y poca experiencia. Luego los explotan al límite a ellos y a los equipos. Atucha I es hoy tan peligrosa como un colectivo sin frenos, una posible bomba neutrónica de 38,6 toneladas de combustible. Hay que detenerla hoy. Mañana puede ser tarde.

### ***Una propuesta sensata.***

Lo lógico en este momento es cerrar de inmediato todas las centrales atómicas. Un día más tarde puede ser fatal. Luego iniciar la construcción de salas de calderas a gas que reemplacen a los reactores, con igual cantidad de vapor a igual temperatura. De esta manera aprovechamos las turbinas, los generadores, la playa de maniobra de alta tensión y la instalación que la conecta a la red. Con lo que cuesta una sala de calderas tenemos una central nueva, segura y que trabaja todo el tiempo, con combustible más barato y operación más sencilla. Además se ahorra, porque ahora hay gasoducto en las zonas, cosa que no había en Atucha I cuando se construyó.

Si bien la combustión del gas genera dióxido de carbono, téngase en cuenta que lo que no se quema en estas centrales se está quemando en los yacimientos. En Argentina cada Kg de petróleo que sale del pozo acompañado por tres Kgs. de gas, mientras que el mercado consume tres Kg. de líquido por cada Kg. de gas. El gas que sobra se quema para no parar la producción de petróleo. La literatura que ofrece la CNEA, dice que la energía atómica ahorra una gran cantidad de toneladas de dióxido de carbono. Esto es un razonamiento verdadero con premisa falsa, porque antes de pensarlo hay que ignorar u olvidar la cantidad de pozos que ventean en los yacimientos.

### ***Más sensatez todavía.***

Una de las tantas aberraciones que contienen las centrales atómicas es que a las turbinas las mueven con vapor "saturado" en vez de vapor "seco", como se estila en toda central térmica de vapor.

El vapor saturado es visible, es eso que sale de la pava, si ese vapor pasa por un caño en el fuego sale un vapor invisible llamado vapor seco. El vapor saturado destruye a las turbinas, hace algo así como un arenado. Por ese motivo, en las centrales térmicas las turbinas no se desarmen nunca, mientras que en las nucleares hay que desarmarlas una vez por año para embadurnar los alabes con plástico, volver a balancearlas y montarlas.

No solo eso. Las turbinas, con vapor saturado trabajan a la mitad de su potencia. Si vamos a cambiar los reactores por calderas, que sean de vapor seco con lo cual aumentarían la potencia en por lo menos 50%. De modo que el gasto de la transición puede ser considerado inversión.

## ***Sexta Parte.***

### **Derechos del ciudadano**

#### ***¿Cuánto es mucho?***

La contaminación que nos llega no es mucha. ¿Quién determina qué es poco y qué es mucho? Según la Organización Mundial de la Salud, el esperma humano ha bajado su concentración de 120 millones de espermatozoides por  $\text{cm}^3$  a 20 millones en los últimos 30 años. Las publicaciones que delatan el tema lo relacionan con el estrés. Pero siempre hubo estrés, injusticia, represión, explotación y guerras. Por otro lado, se sabe que para esterilizar insectos se usa radiación con radio-isótopos. Una disminución de 120 a 20 en treinta años equivale a un periodo de declinación de 12 años.

La naturalidad con que tratan al sexo las nuevas generaciones puede ser resultado del cambio cultural o bien a causa de que no están presentes las fuertes tensiones y pasiones que provocara el sexo otrora. El desinterés por el sexo o la esterilidad puede alcanzar a las plantas: la manzana, el maíz, también a los animales y nos quedamos sin alimento ni descendencia.

En cuanto a la posibilidad de accidentes nucleares: ¿quién determina si un riesgo es razonable? ¿Hasta dónde se admite la pulseada entre seguridad y conveniencia económica?. Si a un ciudadano cualquiera del triángulo San Pedro, Luján, Punta Indio no le parece razonable es riesgo de tener Atucha aguas arriba ¿Quién tiene derecho a exponerlo a se riesgo?

## ***Séptima Parte.***

### ***El futuro.***

No estamos contra el desarrollo tecnológico y nos fascinan los misterios del átomo pero en la práctica, la fisión nuclear es peligrosa, contaminante y antieconómica. La inversión en investigación y desarrollo en fisión nuclear debería ser anulada y puesta en la investigación de la fusión nuclear. Esta es la misma reacción que se produce en el Sol y en la Bomba de Hidrógeno. El combustible es agua y el residuo Helio no radiactivo y no emite neutrones. El combustible es verdaderamente barato y la cantidad de energía es más de mil veces superior a la del Uranio.

### ***Antecedentes.***

Las únicas reacciones de fusión logradas por el hombre han sido hasta ahora las de la Bomba H, El hidrógeno del agua enciende a 110 millones de grados centígrados, el deuterio del agua pesada a 90 millones de grados. La bomba H se enciende con una bomba atómica.

Los primeros intentos de fusión controlada para producción de energía se hicieron con transformadores eléctricos con forma toroidal. El secundario era un anillo al vacío y en su interior se formaba un hilo cerrado de corriente en corto circuito que llegaba a los 12.000 °C La inmensa cantidad de energía necesaria era un limitante cada vez mayor. Luego aprendieron a acumular energía con grandes capacitores para entrégasela de golpe al transformador, con esto pasaron los 20.000 ° C También se desarrollaron espejos magnéticos que permitían sacar del transformador y manipular ese hilo caliente que llamaron “plasma”

Más tarde comenzó la segunda etapa de intentos. Todos esos equipos se mudaron a los museos cuando apareció el Láser. Con este, se hacían converger varios rayos contra una gota de agua con una presión inimaginable. Todos sabemos que el agua no se comprime, si embargo en a una gota de un mm. La comprimen hasta 0,2 mm. En una nota de American Scientific se mostraba un equipo de 20 láser de un Km de largo que con espejos los hacía chocar contra una gota de agua pesada, la temperatura llegó a 80 millones °C Si la gota se encendía producía una detonación equivalente a 6 Megatones (6 millones de toneladas de trinitrotolueno)

La tercera gran noticia fue cuando lograron helio a partir del hidrógeno por reacción química con catalizador. A partir de entonces se presentan tres caminos: uno domar explosiones de 6 Mtn, el otro, una humilde reacción química y la tercera, encontrar una suma entre las dos. Desde la noticia de esta reacción química no hubo más notas en las agencias ni revistas de cualquier clase. O se olvidaron del tema o se está trabajando en absoluto silencio. El presupuesto de la CNEA debe volcarse a ese tipo de investigación.

## **APÉNDICE.**

### **Central Atómica Embalse Río III**

#### **EL REACTOR**

Tipo de reactor: CANDU D<sub>2</sub>O.presurizada.

Tubos de presión horizontales.

Potencia Térmica del reactor: 2.109 MW.

Moderador: D<sub>2</sub>O.

Refrigerante: D<sub>2</sub>O.

Temperatura media del refrigerante: 288°C.

Presión media del refrigerante: 112 Kg./cm<sup>2</sup>.

Combustible: Uranio natural. UO<sub>2</sub>.

Recarga: durante la operación.

Cantidad de combustible en el núcleo: 84 Ton. de dióxido de U

#### **SISTEMA PRIMARIO DE TRANSPORTE DE CALOR**

Bombas de transporte de calor tipo vertical de aspiración simple y doble descarga centrífuga. Cantidad 4.

Caudal: 8.020 m<sup>3</sup>/h

Potencia eléctrica: 8.450 HP/bomba.

Generadores de Vapor. Cantidad 4; verticales, tipo tubos en U en carcaza. Material de los tubos Incolloy 800.

## TURBINA - CICLO TÉRMICO

Turbina de vapor de eje único en tandem con 2 recalentadores-separadores de humedad.

1 etapa de alta presión,

3 etapas de baja presión. .

Número de revoluciones: 1.500 r.p.m.

Título del vapor: 0,99 a la entrada de la etapa de alta presión de turbina

Presión del vapor: 46,2 Kg./cm<sub>2</sub>.

Caudal de vapor: 3.366 t/h.

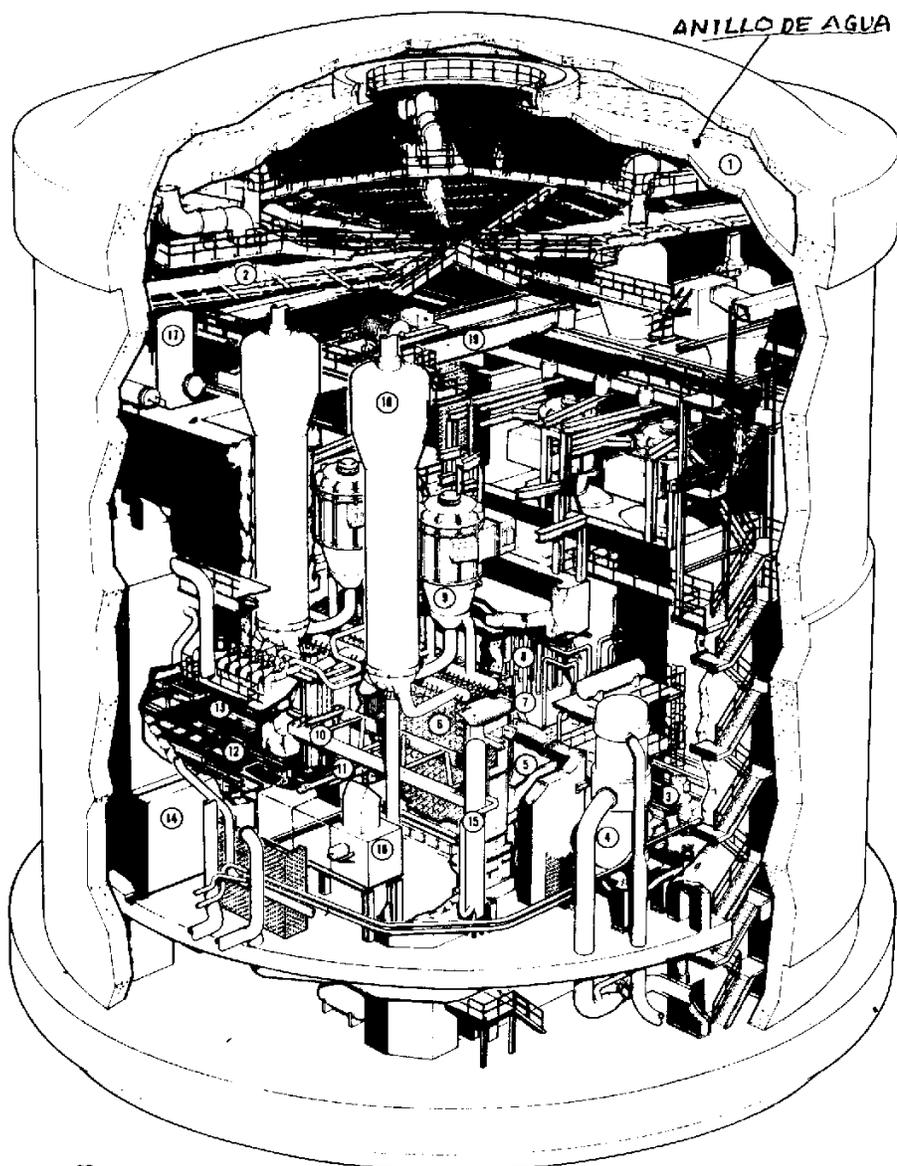
## SISTEMA GENERACIÓN ELÉCTRICA

Tipo de generador: trifásico, 4 polos.

Potencia aparente: 763.53 MVA.

Potencia eléctrica bruta: 648 MW.

Consumo propio: 48 MW. .



- 1) Tanque del sistema de rociado.
- 2) Válvulas del sistema de rociado.
- 3) Bomba del moderador.
- 4) Intercambiador de calor del moderador
- 5) Gabinete de alimentadores.
- 6) ara del reactor.
- 7) Reactor
- 8) Mecanismo apagado (inyección de Zirconio)
- 9) Bombas del sistema primario de transporte de calor.
- 10) Carro de la maquina de recambio.
- 11) Máquina de recambio
- 12) Catenaria de la máquina de recambio.
- 13) Recinto de mantenimiento de la máquina de recambio.
- 14) Puertas del recinto de la máquina de recambio.
- 15) Tanque de decaimiento del sistema de refrigeración de blindaje

- 16) Enfriador local de aire
- 17) Presurizador. .
- 18) Generador de vapor.
- 19) Puente grúa.

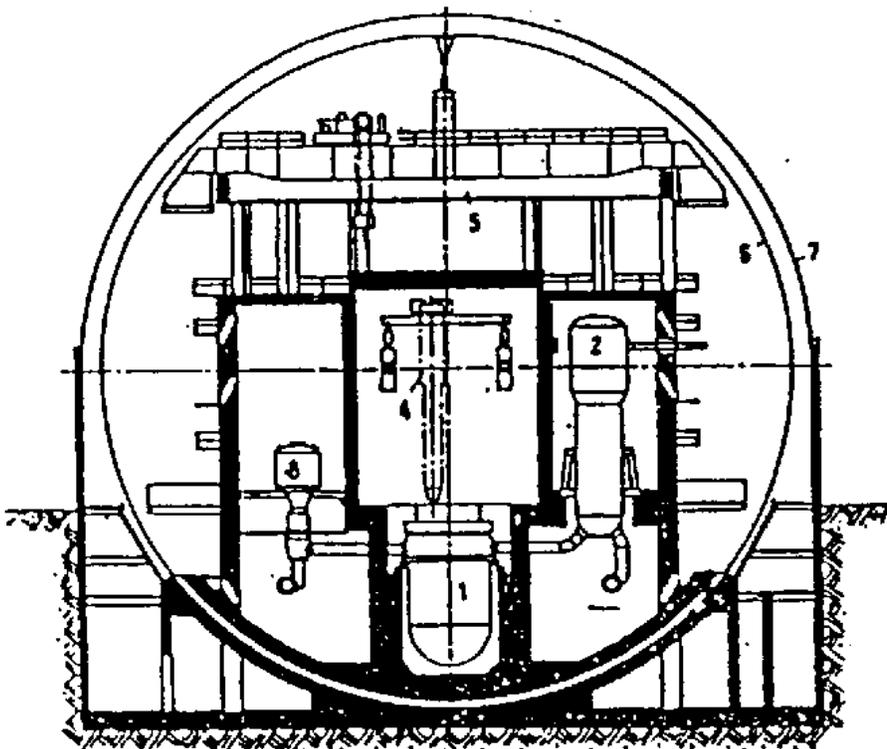
## Central Atómica Atucha

### Instalación general

Potencia térmica del reactor	1.100 MW
Potencia en bornes del generador:	368 Mva
Potencia neta de la central:	335 Mva

### Instalación del reactor

Combustible:	UO <sub>2</sub> (natural)
Densidad:	10,4 g/m <sup>3</sup>
Diámetro de las pastillas:	10,7 mm
Longitud de las pastillas:	12,0 mm
Barras de pastillar de:	acero "Zircaloy 4"



- 1 Reactor.
- 2 Generador de vapor
- 3 Bomba de refrigerante
- 4 Máquina de carga
- 5 Grúa giratoria
- 6 Envolvente de acero
- 7 Envolvente de hormigón

Diámetro exterior de barras:	11,9 mm
Elemento combustible:	Manojo de 37 barras
Número de barras de combustibles:	253
Longitud activa de las barras:	5.250 mm
Peso total de combustible (U):	38.6 t
Número de barras de control:	29
Refrigerante:	D <sub>2</sub> O
Moderador.	D <sub>2</sub> O

## ÍNDICE

<i>Primera parte.</i>	
<i>Repasando los libros.</i>	5
<i>El átomo.</i>	5
<i>Isótopos.</i>	6
<i>Para todos los gustos.</i>	7
<i>Se van gastando.</i>	9
<i>La radiación es contagiosa.</i>	10
<i>La impureza es lo que mata.</i>	10
<i>El fuego nuclear.</i>	11
<i>Al borde del fin.</i>	13
<i>Holocausto.</i>	15
<i>La bomba neutrónica:.</i>	16
<i>Las balas "U" .</i>	17
<i>El incendio nuclear.</i>	17
<i>Las usinas atómicas.</i>	18
<i>La ubicación de Atucha.</i>	19
<i>Antes y después de Chernobil.</i>	20
<i>Los del Norte lo harían mejor.</i>	20
<i>La basura australiana.</i>	21
<i>Segunda parte.</i>	
<i>Matándonos suavemente.</i>	23
<i>Por arriba.</i>	24
<i>Radiación ionizante al alcance de todos.</i>	25
<i>No es para tanto.</i>	25
<i>Pero ¿cuanto es?</i>	26
<i>¿Cómo llegan a nosotros?</i>	27
<i>¿Cuánto resiste el cuerpo?</i>	27
<i>Es poquito. No es nada.</i>	27
<i>Como si fuera poco.</i>	28
<i>Tercera parte.</i>	
<i>¿Cómo cuidarse?</i>	29
<i>Ni siquiera es negocio.</i>	
<i>¿Porque la energía nuclear?</i>	33

<i>La inversión.</i>	24
<i>Los equipos.</i>	34
<i>Costo operativo.</i>	35
<i>Como si fuera poco.</i>	36
<i>La doctrina de Gobachov.</i>	37
<i>Atucha en Buenos Aires.</i>	39
<i>Consecuencia de un incendio nuclear.</i>	41
<i>Una propuesta sensata.</i>	42
<i>Mas sensatez todavía.</i>	43

#### *Cuarta Parte.*

<i>Derechos del ciudadano</i>	
<i>¿Cuánto es mucho?</i>	45
<i>El futuro.</i>	47

#### *Quinta Parte.*

<i>El futuro.</i>	
<i>Antecedentes.</i>	48
Central Atómica Embalse Río III	51
Central Atómica Atucha	53

### **LIBROS DE APOYO AL CURSO DE PERMACULTURA**

#### **HUERTA JUNGLA**

**Cómo tratar a la tierra:** Sobre explotar la tierra con fertilidad creciente igual que en la Naturaleza. Analizar la tierra uno mismo y corregirla. Análisis Foliar. Plantas indicadoras.

**Labranza Cero:** Sin puntear, sin arar, sin sacar pasto, malezas, árboles, piedras, raíces. En pequeñas y grandes extensiones. Permacultura con máquina.

**Intercultivos:** Plantas enemigas, plantas compañeras. Varias explotaciones en una misma superficie. Tablas de afinidades. Relaciones entre familias.

**Siembra Poda Injerto:** Manejo de semillas. Claves de la siembra, enfermedades de reproducción. Poda injertos: Cómo y porqué se hacen y cómo y porqué dejar de hacerlos.

**Control de Plagas:** Plantas e insectos que custodian, *insectos* que aprenden. Es posible pactar. Los insectos de cada planta y quien los repele.

**Huerta Urbana:** Cultivar en techos, veredas, árboles, paredes, interiores, mesadas y rincones. Cultivos verticales. Hidroponía sustentable.

**La basura: Todos los reciclajes:** Reciclaje de basura orgánica con olor agradable, reciclaje de plásticos, pilas. Para la casa y para la ciudad.

**Bacterias para la Salud:** Las bacterias limpian, desodorizan, desinfectan, cuidan la salud y conservan alimentos. Higiene sin detergente, lavandina ni agua. Conservación de alimentos sin frío.

#### **CASA AUTOSUFICIENTE**

**Refrigeración y Calefacción solar:** Cuatro arquitecturas para cuatro climas. Arquitectura pasiva del frío y el calor. Adaptación de construcciones existentes. **Uso y reciclaje del agua:** Captación, selección, conservación de agua de lluvia, de poso y superficie. Baños secos. Purificación biológica. Reciclaje.

**Autoconstrucción:** La técnica según la tierra del lugar, Construcción con materiales de bajo costo. Barro, tierra compactada, fardos de pasto, Bambú, Fibras Naturales, Suelo Cemento.

**El calor del Sol:** Calefones, hornos y cocinas solares. Detalles constructivos. Destiladores de alto rendimiento.

**Hornos y cocinas de barro. Cocinar sin Calor:** Modelos de alto rendimiento. Construcción y uso. Alternativas para ahorrar y ahorrar combustible. Cocinar sin calor.

**Biogás:** Cálculo y diseño de digestores. Purificación y almacenaje del gas. Uso en motores. Instalación. Digestor de barro móvil.

**Electricidad Solar de Bajo Costo:** Nociones básicas de energía, trabajo, potencia y electricidad. Energía eléctrica solar de bajo costo. Cálculos, instalaciones.

**Energía Eólica e Hidráulica de Bajo Costo:** Transformación bombas en turbinas, de motores en generadores. Cálculos de potencias y costos.

#### **OTROS LIBROS**

**Cría de animales pequeños:** gallinas, conejos, patos, gansos, palomas.

**Colmenas en la Casa:** Construcción de colmenas, instalaciones y herramientas. Manejo y multiplicación de núcleos.

**Acuicultura** Producción de Peces, Langostinos, Caracoles, Plantas Acuáticas, Algas.

#### **MÁS LIBROS DEL MISMO AUTOR**

**Algo sobre Energía Nuclear:** Una descripción competente y sencilla sin posición personal sobre el tema.

**La Sociedad de los Zombis:** Ensayo desestabilizador de usos y costumbres. Una crítica exagerada a la sociedad de consumo.