



Universidad de Buenos Aires
Facultad de Ciencias Económicas
Biblioteca "Alfredo L. Palacios"



Los radioisotopos al servicio de la economía

Massoyan, Jorge

1961

Cita APA: Massoyan, J. (1961). Los radioisotopos al servicio de la economía. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Económicas

Este documento forma parte de la colección de tesis doctorales de la Biblioteca Central "Alfredo L. Palacios". Su utilización debe ser acompañada por la cita bibliográfica con reconocimiento de la fuente.
Fuente: Biblioteca Digital de la Facultad de Ciencias Económicas - Universidad de Buenos Aires

ORIGEN

UNIVERSIDAD NACIONAL DE BUENOS AIRES
FACULTAD DE CIENCIAS ECONOMICAS

CATEDRA DE GEOGRAFIA ECONOMICA
PROFESOR CONSULTO: ING. LORENZO D. PASTORE
PROFESOR ASOCIADO: DR. RAUL MADUREÑO

TESIS DOCTORAL

TEMA:

"LOS RADIODISOTOPOS AL SERVICIO DE LA ECONOMIA"

BUENOS AIRES, 23 de octubre de 1961.

Jorge Massocyan
JORGE MASSOCYAN
AV. GRAL. PAZ 1288
CAPITAL FEDERAL
REGISTRO N° 20.291

1501/0750

"LOS RADIOISOTOPOS AL SERVICIO DE LA ECONOMIA"

INDICE

	Página
Capítulo I Prólogo	1
Capítulo II Introducción al tema de tesis: Aplicación de los radioisótopos en la industria	5
Capítulo III Empleo de los radioisótopos en la industria	
Punto Preliminar	9
Punto 2° Principales usos y técnicas	11
Fabricación: a) medición de espesores	11
b) medición de densidad	12
c) medición de niveles	13
Radiografía: a) rastreo directo	15
b) análisis de activación	17
c) análisis de dilución	17
Punto 3° Extensión del uso de radioisó- topos	19
Capítulo IV Efectos Económicos de la aplicación de los radioisótopos en la industria	22
Punto 1° Indole de los ahorros	22
Punto 2° Ahorro en materia prima	23
Punto 3° Economía de los residuos de productos terminados	26
Punto 4° Incremento de la productividad	29
Punto 5° Economía en la mano de obra	31
Punto 6° Economía en las investigacio- nes	34
Punto 7° Otros ahorros de fabricación	37
Punto 8° Beneficios no computables	39
Punto 9° Mejores productos-Mejores re- laciones	40
Punto 10° Agentes auxiliares para la in- vestigación	42
Punto 11° Agentes auxiliares para el per- sonal	44
Capítulo V Causas de las variaciones en la economía.	
Consideraciones Generales. Punto 1°.	46
Punto 2° Ahorros por medidores de es- pesor o densidad	47
Punto 3° Economía en materia prima	49
Punto 4° Ahorro en los desechos	50

Punto 5°	Aumentos en la productividad	51
Punto 6°	Economía de mano de obra	52
Punto 7°	Ahorros en medidores de niveles líquidos	53
Punto 8°	Economía en radiografía	54
Punto 9°	Economía relativa a la maquinaria radiográfica	55
Punto 10°	Ahorros relativos al radium	57
Punto 11°	Economías relativas a las pruebas comerciales	58
Punto 12°	Economía relativa a las pruebas destructivas	59
Punto 13°	Economía en investigación	60
Punto 14°	Usos que reemplazan técnicas comparables	61
Punto 15°	Usos de importancia desigual	62
Punto 16°	Diferencia entre los medios de valuación	63
Capítulo VI	Situación actual del problema en la Argentina.	
	Introducción	64
	Punto 2° El uso de los radioisótopos en nuestro país	66
	Punto 3° Contralor y fiscalización	68
	Punto 4° Combustibles nucleares	72
	Punto 5° Plantas industriales	76
	Punto 6° Legislación sobre la materia	77
Capítulo VII	CONCLUSIONES	79
Capítulo VIII	Bibliografía	83

Mapa de la República Argentina:	
Yacimientos Nucleares	75'

CAPITULO I

PROLOGO

El siglo XIX fué escenario de una gran revolución industrial que se tradujo en innegables resultados para la economía y la organización social.

Dicha revolución fué el producto inmediato de la aplicación de la máquina a vapor para fines industriales y planteó por primera vez en la historia de la humanidad los problemas de la producción, la distribución y el transporte en escala hasta entonces desconocidas.

Se ha dicho, el siglo XX es el "siglo de las masas" significando con esto que en nuestro tiempo se ha producido el acceso de grandes sectores de la humanidad a un standard de vida hasta entonces reservado a núcleos muy reducidos.

Ese resultado ha sido posible en no poca medida gracias a la evolución económica que ha producido la aplicación de nuevos dispositivos mecánicos en los métodos de producción industrial.

Con todo, los organismos especializados de las Naciones Unidas, han señalado la insuficiencia de la producción actual para satisfacer las necesidades de una humanidad en vertiginoso ascenso numérico y económico.

Contemporáneamente la ciencia ha arbitrado gracias a nuevos descubrimientos remedios para dicha insatisfacción.

La aplicación de los radioisótopos en la industria sin duda ha de significar a la vez que un progreso un nuevo planteo de las posibilidades de desarrollo.

Cierta crueldad y desaprensión intelectual ha permitido calificar al siglo XIX de "gran siglo idiota", que el nuestro no merezca un calificativo semejante dependerá en buena medida del buen uso que la humanidad dé al vertiginoso avance de las ciencias físico-matemáticas cuyos resultados pragmáticos pueden sig-

nificar la solución de graves problemas económicos y sociales que afligen a un mundo evidentemente desorientado.

Esta tesis pretende exponer la actual situación de la aplicación de los radioisótopos en la industria y su directa incidencia en los resultados económicos de la misma, para probar el notable beneficio que la misma significa y la trascendencia que tiene en la actualidad y que es sin duda tendrá en un futuro próximo.

Conocido los principios científicos el problema de la aplicación industrial requiere la formación de técnicos y dispositivos económicos que en primer lugar puedan competir y luego aventajar los métodos conocidos de control y experimentación actualmente empleados.

Como ya ha ocurrido con anteriores descubrimientos científicos aplicados a la industria ha de lucharse con la formación rutinaria de empresarios y obreros por igual así como también con los intereses económicos directamente afectados por la nueva técnica.

Así en el siglo pasado la tracción a sangre y la iluminación a gas, a veces durante décadas entorpecieron la aplicación de la máquina a vapor y la iluminación eléctrica, universalmente reconocidas, posteriormente como muy superiores a las primeras, precisamente por la incidencia de los intereses comprometidos.

Un trabajo científico sobre economía, no puede ni debe ignorar tales factores porque únicamente en las ciencias exactas o naturales los factores económicos y sociales no tienen incidencia.

La economía como todas las restantes ciencias sociales resultan siempre afectadas por esos factores ponderables que detienen o aceleran determinados fenómenos que constituyen su objeto y que no pocas veces reconocen un matiz político en cuanto son

el producto de grupos o círculos interesados en producir dicho estancamiento o aceleración.

Ese factor humano es el que les da la particularidad que se ha señalado y la aparente inestabilidad que afecta constantemente lo que en determinados períodos históricos han perdido principios indiscutibles.

La libertad decía Cervantes es el más preciado don que a los hombres dieron los cielos y es precisamente ese libre albedrío el que crea la complejidad de las ciencias sociales como es la economía.

Es imposible determinar con absoluta certeza en que forma reaccionará una sociedad humana frente a un nuevo planteo de sus fases económicas y que consecuencias pueden resultar de esa reacción.

Nuestra América es el resultado de la acusante necesidad que tenía la Europa Occidental de los productos del Lejano Oriente.

Prueba de ello que los Normandos ya habían recorrido su territorio antes de su "descubrimiento" en 1492.

Los medios de transporte con que contaban los navegantes portugueses y españoles del siglo XV y sus conocimientos de física y geografía eran tal vez inferiores a los de los mercaderes griegos y fenicios anteriores a la era cristiana, sin embargo, el ánimo de lucro de los últimos se satisfacía plenamente con el comercio mediterráneo, y los conquistadores iberos se veían acuciados por la valla infranqueable de la dominación turca sobre todo el cercano oriente.

Ese factor humano e imponderable para las ciencias físico-matemáticas es el que aprecian las ciencias sociales.

El notable progreso científico inmediatamente posterior al final de las guerras religiosas desatadas en Europa Occidental a

principios del siglo XVI coincide con el espectacular aumento numérico de su población, y constituye la respuesta inmediata al desproporcionado crecimiento de las necesidades que son su consecuencia.

Un mundo colmado cuya población crece en forma explosiva buscará forzosamente nuevas posibilidades que le permitan seguir un desarrollo que se pretende indefinido.

Inmensos continentes hasta hace pocas décadas casi desiertos se han poblado con millones de seres, mares, ríos y montañas de los que no se tenía casi ni noticia han sido explorados y utilizados en beneficio de la humanidad.

El hombre ha llegado casi a conocer su tierra como el labrador de antaño conocía su heredad, y auxiliado por ese inmenso bagaje de conocimientos y experiencias que constituyen la ciencia se apresta a visitar otros mundos ignotos.

Parece próximo el día en que se realizarán viajes espaciales y para tal evento será imprescindible contar con medios industriales eficientes para semejante empresa.

Los radioisótopos en la industria cumplirán desde la más modesta misión de controlar la producción de bienes de consumo hasta la fundamental de ser el elemento indispensable para probar la eficiencia de los materiales imprescindibles para tan ambiciosos proyectos.

CAPITULO II

INTRODUCCION AL TEMA DE LA TESIS:

APLICACION DE LOS RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA

De una década a esta parte, átomos artificiales que emiten radiaciones de la misma índole que los rayos x, llamados radioisótopos, han sido empleados en los procesos industriales reduciendo los costos de producción.

Dichos átomos, llamados radioisótopos tienen propiedades similares a los isótopos naturales tales como el radio, descubiertos en 1896.

La escasez y costo de los radioisótopos naturales han obstaculizado su empleo para usos industriales pero el desarrollo de la física nuclear para usos médicos ha permitido la producción masiva de estos radioisótopos artificiales que hoy día pueden producir y emplearse industrialmente en gran escala.

En los EEUU de América el censo industrial realizado el año 1958 determinó que 83 de sus más grandes empresas manufactureras empleaban radioisótopos artificiales para los procesos de investigación, producción y control de calidad de varios centenares de productos de artículos de consumo.

La mayor parte del papel y las cubiertas para rodados producidas en los EEUU son prácticamente uniformes debido a medidores que emplean radioisótopos para controlar el espesor de los productos. Los cigarrillos tienen una uniforme densidad en el tabaco gracias a que mediante radioisótopos se puede dosificar la misma. Estudios y pruebas realizados mediante radioisótopos ayudan a reducir el desgaste de los motores de costosos automóviles, aumentar el rendimiento del consumo de combustible y lubricantes de los mismos, a incrementar la eficacia de las máquinas de lavar y de los detergentes que en ellas se emplean y han acelerado el conocimiento de importantes drogas medicinales.

Desde el punto de vista de la producción industrial los radioisotopos han reducido el costo de investigación tanto básica como aplicada, han simplificado los procesos de control de calidad, reducido el costo de mano de obra, de gastos en el proceso industrial de materia prima, han aumentado la seguridad en los establecimientos industriales, han acelerado el descubrimiento de nuevos productos y han abierto nuevas posibilidades a los estudios científicos.

No obstante, que los notables éxitos de la aplicación industrial de los radioisotopos ha sido patentizada en diversas revistas científicas y comerciales y en grado menor a la prensa diaria, nunca se había hecho un censo de los usos corrientes y los beneficios industriales obtenidos por tales medios.

Ello ha permitido especular con cierta latitud sobre los resultados efectivos de este nuevo método y en especial de los beneficios económicos que de los mismos resultan.

Por ello es que en los EEUU la oficina de desarrollo del isótopo de la Com. de Energía Atómica de los EEUU convino con la Dirección Nac. de la Industria llevar a cabo un censo de esos usos industriales en aquél país.

De tal convenio resultó una serie de informes puestos a disposición del público producto de estudios realizados durante un año con evidente y útil aporte para el estudio de nuestro tema.

La Comisión de Energía Atómica suministró a los autores del censo los nombres de las 945 sociedades que habían obtenido licencias para el uso de radioisótopos a partir del 1° de marzo de 1958. El número de dichas licencias era de 1.500 ya que varias eran titulares de algunas para realizar los trabajos que llevaban a cabo en distintas manufacturas de la misma empresa.

De las 945 compañías autorizadas 289 fueron descartadas del estudio realizado. Se descomponían en la siguiente forma:

79 habían interrumpido el uso de los radioisótopos antes de comenzar el estudio, en su mayoría se trataba de su empleo para estudios o investigaciones temporarias; 27 no habían aún comenzado a usar los radioisótopos; 156 tenían licencia para el fraccionamiento de radioisótopos, producción y venta de los mecanismos a radioisótopos, calibración de instrumentos y eliminación de residuos; 10 no pudieron localizarse y otras 9 no se dedicaban a empresas industriales.

Las 664 compañías restantes fueron requeridas para que suministraran información con respecto a sus inversiones en radioisótopos, equipo y suministro, 100 fueron visitadas y 523 o sea ~~5~~ cuatro quintas partes de las incluidas en el censo suministraron datos útiles con respecto a las economías que realizaron, 65 compañías suministraron informes que no permitían determinar fehacientemente las economías que realizaban o en muchos casos carecían de informes detallados que permitieran determinar los anteriores costos con los actuales para poder apreciar la diferencia. Solamente 75 compañías omitieron suministrar oportunamente una referencia de sus actividades o rehusaron proveer datos.

Los obtenidos de las 523 compañías que dieron informes comp así también, de aquellas 65 que proveyeron de informaciones parciales constituyen la base del censo.

De los resultados del censo resulta que la inversión de las empresas en radioisótopos y equipo en 1957/8 ha sido recompensada con el decuplo en los beneficios resultantes, no obstante que el valor total de la incidencia económica producida por los radioisótopos en los procesos industriales no puede precisarse aún con toda exactitud.

Un producto que ha sido materialmente mejorado puede significar para el fabricante no sólo un mayor margen de ganancia, sino también un costo menor de producción y un mayor valor para quien

nes lo adquieren.

La tesis se referirá a este primer aspecto de la incidencia económica de los radioisótopos.

Resulta imposible estimar todos los usos singulares de los radioisótopos. Sería difícil establecer qué incremento significa para el hombre poder interpretar y tratar los procesos biológicos con mayor exactitud. Apreciar la incidencia económica de las vidas humanas que se salvan gracias a los adelantos que producen. Estimar la mejora de las relaciones con la clientela gracias a la mayor calidad de los productos.

Todos esos valores económicos no podrían ser cuestionados pero resultan difícilmente apreciables en forma objetiva.

Solamente estudiando los usos singulares de los radioisótopos aplicados a los diversos procesos industriales puede percibirse el ingente valor de los beneficios que se obtienen con ellos.

Aunque la utilidad que produce la inversión de estos nuevos auxiliares de la industria solamente un pequeño porcentaje de empresas de vale aún en los países progresistas del uso de los mismos pese a los gastos que ahorran y al aumento de las ganancias que producen.

Posiblemente cada vez que en una rama de la industria un fabricante emprendedor e inquieto incluye en su proceso esta nueva técnica, la innovación trae aparejado una rápida imitación en la competencia, prueba irrefutable de su eficiencia.

El censo de los Estados Unidos, a que hacemos referencia, ha permitido determinar que algunos ramos de la industria como los fabricantes de cubiertas y papel emplean con gran frecuencia radioisótopos artificiales.

CAPITULO III

EMPLEO DE LOS RADIOISOTOPOS EN LA INDUSTRIA

Punto Preliminar:

Los radioisótopos son utilizados por la industria para medir y controlar los procesos manufactureros, inspeccionar materiales, piezas y productos, para determinar las dificultades con que se tropieza en los diferentes procesos y para facilitar la investigación de los mismos.

Por regla general, el empleo de los radioisótopos resulta menos costoso y más efectivo que los métodos o mecanismos que vienen a reemplazar. En algunos casos han permitido realizar estudios que hubieran sido imposible por otro medio.

Como hemos dicho los radioisótopos son átomos que emiten radiaciones. Son precisamente estas radiaciones emitidas por ellos los que los hacen tan valiosos para la industria.

Los radioisótopos son 1)detectables, 2)medibles, 3)individualiz ables, 4)permeables y 5)pueden alterar las propiedades de los materiales expuestos a sus radiaciones.

1) Los tres tipos de radiaciones que emiten los radioisótopos (alfa, beta, y gama) pueden ser detectados con equipos especiales.

Son detectables como los rayos X por efectos similares a los que producen los papeles fotográficos. Los instrumentos que registran las emisiones de los radioisótopos son extremadamente sensibles y pueden detectar la presencia de unos pocos átomos radioactivos.

2) Mediante los radioisótopos se puede establecer la presencia de cantidades de materiales demasiado pequeñas para ser registradas mediante cualquier otro medio físico o químico. Mediante instrumental adecuado puede medirse con certeza la cantidad de radioisótopos que se encuentra en cualquier sustancia. Pueden ca

librarse los radioisótopos en forma tal que la energía detectable pueda ser medida en unidades, así por ejemplo como el paso del material del que las radiaciones están emanando.

3) La tercera propiedad importante es que los radioisótopos son individualizables; no pierden su identidad ni aún en los más complicados procesos físicos o químicos empleados en la industria. Si los radioisótopos son agregados a una hornada de hierro fundido, sometidos a su vez a procesos de fundido, laminado, forjado y maquinado, será posible no solamente localizar los radioisótopos en el producto final, sino también informar con exactitud dónde termina el producto. Asimismo cuando los radioisótopos son agregados a compuestos químicos usados para producir reacciones químicas o productos se comportan de igual manera. Esta habilidad para seguir el paso de los radioisótopos en los procesos industriales tiene importantes aplicaciones para las industrias.

4) Una característica fundamental de los radioisótopos es la aptitud de sus radiaciones para atravesar los materiales más sólidos, haciendo uso de dichas radiaciones ~~para~~ de mayor o menor o menor intensidad según el espesor y densidad del material sometido a las radiaciones. En realidad la intensidad de las radiaciones mantiene una relación directa con la masa de material atravesado por ellas. De ello se deduce que el espesor o densidad del material puede ser determinado en la medida que el mismo ha reducido la intensidad de las radiaciones emitidas por los radioisótopos.

5) Una quinta característica fundamental de los radioisótopos es su habilidad para alterar las propiedades de los materiales sometidos a sus radiaciones. El efecto de los radioisótopos en los papeles fotográficos es un claro ejemplo. Ello hace que los radioisótopos sean un útil auxiliar o sustituto para los equipos de radiación en la industria. Sus radiaciones también pueden utilizarse para destruir bacterias o para inducir las reacciones químicas tales como la polimeriza-

Punto 2º. PRINCIPALES USOS Y TÉCNICAS.

Existen 3 técnicas principales empleadas por la industria en el uso de los radioisótopos: calibración, radiografía y rastreo.

I) Calibración: la circunstancia de que las radiaciones de los radioisótopos pueden penetrar en los materiales y que la intensidad de la misma disminuye en proporción al espesor y densidad del material penetrado señala su utilidad para gran cantidad de aplicaciones industriales. Este sistema admite tres variedades: medición de espesor, medición de densidad y medición de nivel.

a) Medición de espesor.

En la medición de espesor los elementos claves de los elementos empleados son: una fuente de radioisótopos (una cantidad de radioisótopos adecuada sellada en un envase) y un sistema de detecciones. En la mayoría de las aplicaciones la fuente de colocada a un costado del material que está siendo medido mientras que el detector se coloca del lado opuesto. Las variaciones en el espesor del material considerado afectan o modifican la intensidad de las radiaciones que el detector percibe. Estas variaciones son calibradas de manera que el sistema de detección señale el espesor del material. El detector puede ser ligado con mecanismos que controlen la maquinaria de manera que las conexiones puedan hacerse automáticamente por las variaciones de espesor de acuerdo a las variaciones del espesor deseado.

Otros medidores de espesor funcionan sobre el principio de radiaciones reflejadas. La fuente y el detector son colocados del mismo lado del material cuyo espesor va a ser medido de manera que las radiaciones pasan a través del material, hacen impacto sobre un rodillo o plancha de acero y son reflejadas nuevamente a través del mismo material hasta el detector.

En algunas aplicaciones se emplea una serie de medidores en caso de operaciones de recubrimiento de tejidos, v. g. un medidor es usado para medir el espesor del tejido base y un segundo medidor para controlar el espesor del caucho que se aplica, un simple computador resta continuamente y la diferencia de los medidores demuestra las variaciones del espesor de la capa. Si se está aplicando a ambos lados del material se utiliza un tercer medidor.

Los medidores resultan más útiles para medición continua cuando es deseable o necesario evitar el contacto directo con la materia objeto de la medición. Tales condiciones existen frecuentemente cuando el producto se desplaza con rapidez, cuando el movimiento es excesivo en direcciones diversas a la longitud del mismo, cuando la temperatura es demasiado elevada o cuando la superficie es demasiado despareja para una medición por contacto o cuando el producto es demasiado blando o puede dañarse fácilmente.

En tal es condiciones los medidores a base de radioisótopos no sólo miden el espesor del producto con rapidez y exactitud sin rozar el mismo sino también pueden controlar al equipo de producción con más rapidez y exactitud que los operarios.

Empresas dedicadas a la manufactura de una vasta variedad de productos tales como papel y sus derivados, tejidos, imbuídos, cubiertas para automotores, plásticos y abrasivos cubiertos y metales laminados están usando medidores de espesor de radioisótopos en la línea de montaje con considerables beneficios técnico y financieros.

b) Medición de densidad.-

La medición de densidad a base de radioisótopos es la segunda aplicación importante en el campo de las mediciones. El medidor de densidad opera en forma similar al medidor de espesor, no obstante, el espesor del material objeto de la medición se mantiene

uniforme de manera tal que sólo las variaciones en densidad afectan la cantidad de radiaciones que pasan de la fuente de radiación a través del material observado hasta el instrumento de detección. Un ejemplo típico es el transporte por oleoductos de petróleo de distinta calidad controlado a un lado por una fuente de radioisótopos y del otro por un detector de radiaciones.

Las virtudes especiales de los medidores de densidad a radioisótopos que tienen significación desde el punto de vista de los usuarios son las siguientes:

- 1) su extraordinaria sensibilidad y estabilidad;
- 2) La circunstancia de que suelen ser colocados del lado exterior de sistemas cerrados o vasijas que contengan sustancias tóxicas o corrosivas;
- 3) la posibilidad de utilizarse para activar los controles automáticos. La medición de la densidad hasta un décimo de uno por ciento es corriente y las de hasta de un centésimo del uno por ciento pueden efectuarse bajo condiciones óptimas o ideales.

Hay muchas aplicaciones industriales tanto de la medición como del control automático de la densidad del líquido, de un sólido o de un gaseoso que son importantes en las operaciones de una planta industrial, así procesos que involucran evaporación, dilución, mezcla, fraccionamiento, condensación, en fin, numerosas aplicaciones usuales en las industrias químicas, alimenticia y petrolera. Sin embargo los más grandes usuarios de los medidores de densidad son las compañías tabacalesas que emplean centenares de estos medidores para controlar la densidad de la barra de tabaco a medida que se va formando para los cigarrillos.

c) Medición de niveles.-

El medidor de niveles opera en forma similar a los medidores de espesor y densidad ya que mide los cambios de radiación producido por un material interviniente. Comúnmente la fuente de ra

radioisótopos es aplicada a un costado del estanque o vasija y el instrumento de detección se aplica al otro lado. Cuando el contenido se eleva, corta o produce el az de radiación al instrumento medidor de radiaciones. En los casos en que es deseable leer las variaciones de nivel desde una escala, la fuente y el instrumento de detección son colocados de manera que el rayo pase directa u oblicuamente desde la parte superior hasta la parte inferior de la vasija. Entonces los cambios de nivel pueden ser leídos con un instrumento calibrado y activados por las variaciones en la intensidad de los rayos que llegan hasta el detector.

Los medidores de nivel resultan más útiles en aquellos casos en que el calor, la presión, substancias corrosivas o dificultades de manipulación tornan imposible o indeseable los sistemas de medición por contacto.

Los medidores de niveles líquidos se usan intensamente en la industria petrolera para medir el nivel de los hidrocarburos en las unidades de cracking y en las plantas de almacenaje y en la industria química para determinar la altura de los diferentes materiales en vasijas cerradas o reactores. También se determina de esta manera los niveles de vidrio fundido, metales fundidos y pulpa de papel, en envases cerrados. Además, la altura de los sólidos tales catalizadores en los procesos industriales o de metales de desecho, están siendo controlados con medidores de nivel a radioisótopos.

II) RADIOGRAFIA.

Los radioisótopos son intensamente usados en la industria como sustitutos de las máquinas de rayos x, las técnicas mediante las cuales se usan son muy similares a las empleadas para el uso industrial de los rayos x e idénticas a las utilizadas para el radium, que es un radioisótopo natural.

Los radioisótopos artificiales tienen pocas ventajas sobre

el radium salvo el costo inicial mucho más bajo. Tienen sin embargo muchas ventajas sobre las máquinas de rayos x. Para ciertas aplicaciones industriales el equipo radiográfico a base de radioisótopos es más seguro, no requiere conexiones eléctricas, puede radiografiar áreas mucho más grandes en una sola operación, puede penetrar en un material mucho más espeso mediante una exposición más prolongada y es menos costoso que el equipo similar de rayos x. Los usos más comunes de radiografía radioisotópica son para trabajos que se facilitan por su fácil traslado e independencia de una provisión de energía eléctrica, tales como la construcción naviera, o en trabajos que requieren exposiciones intensas o prolongadas como la radiografía de fundiciones pesadas. Se están usando, no obstante, para casi todo tipo de trabajo para los que se usaban máquinas de rayos x y radium en el pasado.

Además de los usos ya citados se están utilizando para la inspección en la estructura de los aviones, vasijas a presión, turbinas, válvulas, soldaduras, y sistemas de cañerías.

III) RASTREO.

Los radioisótopos son individualizables y detectables aún cuando estén interviniendo en procesos físicos o químicos complejos, lo que lo hace inestimablemente valiosos en el estudio de procesos industriales, análisis de los productos y en la investigación de los mismos. Las técnicas generalmente usadas en la industria aprovechando la fácil localización de los radioisótopos y medida de su distribución pueden ser clasificadas de la siguiente manera:

- a) aplicación de rastreo directo;
- b) análisis de activación y
- c) análisis de dilución de radioisótopos.

A) RASTREO DIRECTO.

En las aplicaciones de rastreo directo los radioisótopos son

introducidos en el punto deseado de un proceso y su paso es rastreado con ayuda de mecanismos detectores. Una simple ilustración es la marcación por radioisótopos de una herramienta limpiadora que se envía a lo largo de una cañería. El avance de la herramienta puede ser seguido por las radiaciones emitidas por la fuente de radioisótopos que se le ha agregado y si la herramienta se atasca puede ser inmediatamente localizada.

Otras aplicaciones similares en la industria es la detección e identificación de diversos constituyentes de los fertilizadores para comprobar la rapidez con que son absorbidos por las plantas y en que lugar de las mismas se fijan; la inyección de radioisótopos en una cañería permitirá localizar una pérdida subterránea mediante la acumulación de radiaciones en el lugar de la pérdida; la marcación de elementos en una reacción química verificará su comportamiento cuando se forma un compuesto; la marcación de una aleación para determinar el grado en que se mezcla con el metal básico y la marcación de radioisótopos en un cracking de petróleo para comprobar por dónde se le impide la circulación de material. Una aplicación muy corriente es la aplicación radiactiva a una pieza, como un pistón por ejemplo, mediante su exposición un reactor nuclear, para estudiar luego el desgaste de la pieza mediante la marcación de las partículas radioactivas que de la pieza se van desprendiendo cuando la misma está funcionando bajo condiciones normales o de prueba.

Para investigar elementos en solución resulta de gran valor este método ya que permite una mejor comprensión de procesos físicos y químicos. Los radioisótopos son usados extensamente en la industria de la alimentación y farmacéutica para determinar el destino de muchos compuestos incorporados por el metabolismo a nuestro cuerpo.

En un tipo de estudio de marcación, llamado autoradiografía,

los radioisótopos no solamente revelan su presencia sino que señalan su diseño o patrón de concentración mediante la toma de su propia figura; así por ejemplo en el estudio de fertilizadores mediante la colocación de la planta que ha sido alimentada con fertilizadores radioactivos contra una placa fotográfica puede obtenerse una radiografía que demostrará en qué lugar de la misma se ha concentrado el radioisotopo. Cuando mayor es la concentración, mayor será la radiación y su efecto sobre la placa fotográfica. Esta técnica ha sido usada en numerosos estudios incluyendo el patrón de concentración de impurezas quebradizas en las fundiciones.

Estas no son sino algunas de las centenares de aplicaciones de la marcación directa mediante radioisótopos en la industria.

B) ANALISIS DE ACTIVACION.

Todos los radioisótopos industriales usados en la industria son obtenidos mediante la exposición de materiales no radioactivos al bombardeo de neutrones en un reactor nuclear (fuente de energía atómica). El bombardeo cambia la naturaleza básica de este material y lo hace radioactivo. Esto se llama ACTIVACION:

En el análisis de activación, la sustancia objeto del estudio es expuesta al bombardeo de neutrones y una fracción de alguno o varios de sus elementos se torna activado o radioactivado.

Desde que cada radioisótopo tiene peculiares características de radiación, es posible determinar qué elementos se hallan presentes y en qué cantidad se encuentran.

Esta técnica es muy útil cuando es importante determinar la presencia de ciertos elementos aunque se encuentren en tan pequeña cantidad que no sea posible averiguar mediante los métodos ordinarios de análisis químico. Queda así descripta una aplicación muy refinada de la investigación con radioisótopos.

C) ANALISIS DE DILUCION DE RADIOISOTOPOS.

Al igual que el análisis de activación, el análisis de dilución mediante radioisótopos constituye una técnica para fijar la cantidad de determinado elemento que se encuentra en una sustancia pero actúa sobre un principio completamente diferente.

Desde que los radioisótopos (con algunas pequeñas excepciones) son químicamente idénticos a sus congéneres no radioactivos, actúan de la misma manera cuando substituyen a los átomos ordinarios en mezclas químicas. Por lo tanto si una cantidad dada de radioisótopos es agregada en una determinada mezcla y el total es minuciosamente fundido, el radioisótopo asumirá la misma distribución que la contraparte de átomos no radioactivos. Si se extrae entonces de la mezcla una parte podrá determinarse mediante aparatos detectores de radiación en que proporción es radioactiva y en que proporción no lo es. Si la misma proporción persistiera en toda la mezcla podrán establecerse fácilmente la cantidad de elementos radioactivos presentes y en la misma forma en el conjunto total de la cual la muestra ha sido extraída.

En otras palabras el análisis de dilución mediante isótopos es un análisis químicocuantitativo con dos ventajas decisivas:

- 1) no es necesario extraer todo el elemento de la muestra, solamente lo suficiente para establecer la proporción entre los constituyentes radioactivos y no radiactivos;
- 2) es una técnica extremadamente sencilla que permite establecer la presencia de cantidades minúsculas de un elemento con mucha mayor precisión que los métodos ordinarios.

En la mayoría de los casos el análisis de dilución mediante radioisótopos es empleado como una técnica de laboratorio pero está siendo usado para el control rutinario de calidad, v.g. algunas compañías lo emplean para determinar el contenido vitamínico de varias drogas y productos alimenticios a medida que son manufacturados.

Punto 3°. EXTENSION DEL USO DE RADIOISOTOPOS.

A principios de marzo de 1958 se hallaban en vigencia en los Estados Unidos casi 1500 licencias para el uso industrial de radioisótopos que se encontraban en poder de 945 empresas distintas, algunas de las cuales poseían varias licencias para actividades analizadas en diversas plantas y divisiones.

De las cifras de dicho censo se desprende que la industria refinadora de petróleo era la mayor beneficiaria de la aplicación de los radioisótopos representando más de la cuarta parte de los 39 millones de dólares de economía a que dicho censo aludía.

Treinta y cinco compañías de este ramo usaban radioisótopos y 32 de ellas suministraron información a la oficina del censo, casi 11.671.000 u\$s. ahorrados por dicha industria resultaron en las reducciones en el caso de investigación o de beneficios directamente emergentes de las investigaciones así realizadas. Una cifra casi igual resultó del uso de medidores de nivel con radioisótopos. Estos resultados particularmente útiles para controlar determinadas operaciones con espectaculares ahorros de tiempo y de costos de mantenimiento.

El mayor número de usuarios de radioisótopos se encuentra en la industria del papel y afines; de 99 compañías que usaban dichos procedimientos 93 suministraron datos útiles respecto de los ahorros realizados en 1958 y la mayoría disfrutaban de un buen rendimiento de su inversión en tales mecanismos. Más de las tres cuartas partes de los 2.818.000 u\$s., ahorrados provenían del uso de medidores a radioisótopos, para controlar el peso básico durante el proceso de fabricación de papel y del espesor de las capas aplicadas al mismo.

La industria metalúrgica estaba en segundo lugar con respecto a la papelería en lo que respecta al número de usuarios -89- habiendo 85 compañías suministrado datos sobre sus ahorros que

importaron 2.238.000 u\$s. El grueso de estos ahorros provenía del uso de medidores a radioisótopos para controlar el espesor de los productos de las acerías. Casi una tercera parte se imputaba al uso de equipo radiográfico a radioisótopos para la inspección de fundiciones y soldaduras. En efecto, la industria metalúrgica primaria resultó la principal beneficiaria de la radiografía a radioisótopos.

En la industria fabril metalúrgica de 47 compañías que suministraron informes 45 proveyeron datos utilizables con respecto a sus ahorros; casi todos ellos que sumaban 615.000 u\$s. derivaron de la radiografía radioisotópica.

La industria química ocupó el segundo lugar solamente con respecto a la industria refinadora de petróleo en lo que respecta a ahorros informados -4.450.000 u\$s.- y la naturaleza de los ahorros era bastante similar, las dos terceras partes provenían de la aplicación de investigación y el resto prácticamente del uso de medidores para controlar las distintas operaciones. Sólo 41 compañías informaron haber usado radioisótopos en 1958, pero 35 compañías de la industria plástica y 20 dedicadas a las drogas también lo estaban haciendo. En la industria plástica el ahorro total -1.385.000 u\$s.- provenían de las mediciones y particularmente de la medición de espesor de material laminado. El millón cien mil dólares ahorrados por la industria de las drogas resultaron del uso de radioisótopos para llevar a cabo procedimientos analíticos en los laboratorios de investigación y control de producción.

El tercer mayor beneficiario de los radioisótopos en el año del censo fué la industria tabacalera que utilizó centenares de medidores de intensidad para controlar la firmeza en el empaquetado de la manufactura de la barra de cigarrillos. El ahorro total en materias primas fué de 2.955.000 u\$s. Casi todas las compa-

nías tabacaleras están usando medidores a radioisótopos o están llevando a cabo experiencias con ellos.

Las primeras licencias para los usos industriales de radioisótopos fueron concedidas a las empresas elaboradoras del caucho. Esta industria es hoy día, una de las principales usuarias de éstos métodos. Aunque no se dispone de datos completos un porcentaje elevadísimo de todas las cubiertas manufacturadas son producidas con tela impregnada bajo el ojo avisor de medidores a radioisótopos. Ello no solamente ha permitido a las compañías manufactureras de cubiertas fabricar mejores productos sino que les ha ahorrado materiales por valor de muchos centenares de miles de dólares.

De las 27 compañías elaboradoras de artículos de cama incluidas en dicho censo, 26 ahorraron 2.840.000. n\$. en un período de 12 meses fundamentalmente por las aplicaciones del sistema de medición.

CAPITULO IV

EFFECTOS ECONOMICOS DE LA APLICACION DE LOS RADIO-
isótopos en la industria

Punto 1º. Indole de los ahorros.

Los radioisótopos permiten a la industria grandes ahorros o aumentan su ganancia por la disminución del consumo de materias primas, reducción de los riesgos, aumento de la productividad y disminución del costo de mano de obra.

Tambien aceleran muchas investigaciones . Además la mayoría de las empresas entienden que han obtenido importantes beneficios del uso de radioisotopos que no pueden determinarse fácilmente en términos monetarios como señaláramos al principio de este trabajo.

Punto 2º. AHORRO EN MATERIA PRIMA.

Uno de los principales beneficios derivados del empleo de radioisótopos consiste en la reducción del consumo de materia prima. Los ahorros de materia prima informados en un período de 12 meses anteriores al censo aludido en los Estados Unidos, representaban más de la millones de dólares.

La mayoría de estos ahorros provinieron de las industrias donde el espesor de los productos y revestimientos aplicados a los mismos, fueron controlados mediante medidores a radioisótopos y los empresarios resultaron gananciosos con el ahorro de materiales por la circunstancia de que los artículos se vendieron por unidad o sobre una base unitaria o de volumen más que por su peso.

Las industrias censadas que informaron los mayores ahorros en el costo de materias primas fueron: tabaco, 2.955.500 u\$s.; caucho, 2.477.000 u\$s.; metales primarios, 1.923.000 u\$s.; papel, 864.000 u\$s.; plástico, 494.000 u\$s.; textiles, 363.000 u\$s.-

En otras industrias tales como alimentación, minería y petrolífera algunas compañías realizaron importantes ahorros de materia prima pero los mismos se lograron mediante una mejor medición o control de los procesos industriales más que por el espesor de los materiales.

Muchas empresas manufacturan productos dejando normalmente un amplio margen del mínimo de espesor requerido con el objeto de encuadrarse en las especificaciones. Los medidores a radioisótopos han permitido en muchos casos controlar la producción dentro de tolerancias mucho menores. Esto resulta especialmente aplicable a sistemas en que los medidores a radioisótopos son conectados a mecanismos de control automático que regulan el equipo de producción sin intervención manual. El resultado es que los medidores a radioisótopos permiten que el espesor del material o revestimiento aplicado al mismo sea reducido, sin que ello signifique

apartarse de los requerimientos mínimos en cuanto a esa exigencia; donde la tolerancia anterior era liberal el ahorro de materias primas resulta a menudo muy substancial.

La industria del caucho provee una buena información al respecto. Con la ayuda de medidores a radioisótopos las compañías manufactureras pueden aplicar la goma al tejido de las cubiertas dentro de una fracción del porcentaje de espesor deseado ahorrando de esa manera el exceso de material aplicado. Una empresa ha ahorrado más de cien mil dólares en el año del censo.

Similarmente, en la industria textil, la posibilidad de ajustarse a tolerancias más rígidas ahorraron a un industrial de telas plásticas 35.000 u\$s de pasta adhesiva. En otra industria un medidor similar ahorró 135 mil dólares en granos adhesivos a una manufactura de abrasivos.

La obtención de un mejor control sobre el espesor de los productos también ha permitido importantes ahorros en la industria del papel donde se emplean medidores a radioisótopos para controlar el peso básico (peso del objeto terminado) y en la industria plástica donde las láminas plásticas se están produciendo con tolerancias más rígidas. Por ejemplo una compañía invirtió dos mil dólares adicionales por año en equipo a radioisótopos y economizó 28 mil en el mismo período mediante un control más rígido de la corriente de pulpa hacia las máquinas que fabrican papel. En igual forma un control más preciso del espesor de la película vinílica le ahorró a otra 100 mil dólares por año sobre una inversión anual de 7 mil en medidores a radioisótopos.

En una operación de laminado el mejor control facilitado por los medidores a radioisótopos hace posible que una compañía disminuya el espesor de la cubierta sin sacrificar la calidad del producto terminado. En un caso concreto el ahorro anual del cobre utilizado ascendió a 185.000 u\$s.

En la industria tabacalera la densidad, y no el espesor de los cigarrillos, es crítica, ya que afecta la calidad del producto tanto para su consumo como para su manipuleo. Mediante el uso de radioisótopos para controlar la firmeza con que el tabaco es introducido en los cigarrillos mecánicamente las compañías tabacaleras ahorraron casi 3 millones de dólares de tabaco en el año 1958 y obtuvieron un producto más uniforme.

En otras industrias donde el control de procesos de densidad es importante los radioisótopos pueden producir economías substanciales de materia prima, por ej. mediante el mejoramiento del control del refinamiento de minerales una compañía minera ahorró 28.000 u\$s en materias primas. Una manufactura de productos alimenticios usa radioisótopos para controlar la separación de las grasas de las proteínas para elaborar un producto derivado de la carne y ahorró proteínas por valor de 30.000 u\$s. en el año del estudio. Una empresa petrolera que usó radioisótopos para controlar la densidad del catalizador en sus unidades de cracking ahorró 600.000 U\$S de catalíticos en el año del censo.

Punto 3º. ECONOMIA DE LOS RESIDUOS DE PRODUCTOS TERMINADOS.

Los radioisótopos han reducido los residuos de los productos terminados por un monto de 3.378.000 u\$s durante el período de 12 meses a que se refiere el censo aludido.

La mayoría de las economías se produjeron en industrias donde un control más rígido de las operaciones de proceso continuado facilitados por los medidores a radioisótopos, disminuyeron substancialmente dichos residuos de material de desecho o de calidad inferior.

Las industrias que han informado de importantes economías en la reducción de sus residuos han sido: Papel, 1.000.000 u\$s.; plásticos, 659.000 u\$s; caucho, 276.000 u\$s. Al mismo tiempo, mientras que la economía total en las industrias vítrica y cerámica fueron muy elevadas (175.000 u\$s) diez de las 16 compañías dedicadas a dichas manufacturas informaron que las economías realizadas en los residuos de artículos terminados variaban de 2000 hasta 50.000 u\$s anuales. En varias otras industrias tales como la metalúrgica primaria y la de máquinas pesadas, empresas que antes probaban o examinaban las fundiciones por técnicas destructivas han descubierto que los métodos de inspección a radioisótopos les permiten reducir substancialmente las consiguientes pérdidas de productos elaborados.

En las operaciones de proceso continuo el ajuste de los equipos a la tolerancia establecida al comienzo de cada operación reduce el desecho de los productos terminados. La cantidad del mismo depende del tiempo necesario para obtener la medida correcta. En los casos donde se usan mecanismos manuales se produce a veces una cantidad considerable de material que no se ajusta a las tolerancias hasta que el equipo esté debidamente ajustado. Los medidores a radioisótopos conectados a controles automáticos permiten a las empresas llegar rápidamente a fijar las tolerancias con la precisión que caracteriza a los mismos.

cias con la consiguiente reducción de residuos.

Más aún, los medidores a radioisótopos provistos de mecanismos de alimentación han reducido a un mínimo las variaciones de tolerancia durante los procesos de producción y en esa forma han disminuído la elaboración de materiales de inferior calidad. Un número de compañías papeleras que cooperaron con el recordado censo han informado sobre substanciales economías de residuos mediante el uso de medidores y controles a radioisótopos que ajustan las máquinas elaboradoras de papel cada vez que se requiere un cambio en el peso básico o espesor de la hoja. Los medidores también mantuvieron a las máquinas más cerca de las tolerancias deseadas con economías que no permitían los medidores anteriores. Así por ej. un industrial de papel incombustible está ahorrando 24 mil dólares por año mediante la reducción de desechos al cambiar el peso básico de la pasta suministrada a la máquina de papel y al reducir el personal humano en el control de la operación.

Similarmente la industria plástica donde las operaciones de proceso continuo son también comunes, un gran porcentaje de empresas que suministraron informaciones realizaron economías de residuos como resultado directo del uso de medidores a radioisótopos. Estos ahorros variaron desde varios miles de dólares por año hasta un máximo de cien mil dólares. Con una sola excepción de inspección manual, los medidores a radioisótopos eran el único método usado por las compañías para medir el espesor de las láminas plásticas. Un fabricante de plásticos para tapicerías ahorró 12 mil dólares en un período de 12 meses, un manufacturero que usó radioisótopos para medir la película vinílica a medida que era revestida tuvo el mayor ahorro de desecho: 50.000 U\$S.

Los medidores a radioisótopos también están reduciendo el desecho en las operaciones de revestimiento continuo. Una manufactura de papel de revista, por ej. estimó que los ahorros del de-

secho en un solo año llegaron a 175.000 u\$s. Igualmente un fabricante de cubiertas de goma informó una economía de 185.000 u\$s en los rechazos de productos terminados gracias a un mejor control de las operaciones de revestido. Los productores de abrasivos revestidos han podido reducir substancialmente la producción de artículos de inferior calidad.

Otra fuente de economías del descarte fué informada por varios empresarios de metal laminado. Estos productores ahorraron entre 14 y 50 mil dólares en el período 1957/58 mediante la eliminación de medidores de contacto que tienen una tendencia a dañar la superficie del metal.

Compañías que probaban fundiciones y soldaduras mediante métodos destructivos antes de adoptar sistemas de inspección a radioisótopos están realizando importantes economías en sus manufacturas terminadas. Eliminando las prácticas anteriores de seccionar los productos fundidos para determinar su calidad estas impresas pueden ahora salvar artículos elaborados que anteriormente eran destruidos. Las economías por éste nuevo procedimiento varían desde unos miles hasta cien mil dólares anuales. Los **radioisótopos** han sido empleados no solamente para el control de **procesos y la inspección** de materiales en busca de fallas sino también para varios propósitos originales que han reducido en gran parte los desechos. En un caso una empresa química usó dos medidores para establecer la densidad cuyo control es de suma importancia para el comportamiento del producto, reduciendo el rechazo de artículos terminados por más de medio millón de dólares en el año del censo. En otro caso una compañía plástica usó radioisótopos para medir y controlar el nivel de polímeros en los cambiadores hasta dentro de más o menos 0,5 pulgadas. La reducción de desecho a raíz del mejor control representó 20.000 u\$s en un período de 12 meses.

Punto 4º. INCREMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD.

El aumento de la productividad como resultado del uso de radioisótopos para mejorar los procesos fabriles ha proporcionado a la industria una cifra estimada de 2.629.000 u\$s en concepto de ganancias netas durante un período de 12 meses en 1957/1958.

Las empresas que más se beneficiaron debido a aumentos en la productividad fueron: la del papel 907.000 u\$s; refinerías de petróleo, 327.000 u\$s; de metales primarios, 294.000 u\$s; plásticos, 282.000 u\$s. Estos aumentos tuvieron en conjunto su origen en las siguientes circunstancias: 1º) en las industrias donde las operaciones continuas dependían anteriormente de procesos manuales lentos con el objeto de determinar si el material se producía de acuerdo con las especificaciones, los controles automáticos que empleaban radioisótopos permitieron una gran aceleración en las mismas, 2º) evitando que algunos tipos de procesos continuos fuesen interrumpidos o reduciendo el número de interrupciones para el control, la elaboración de unidades resultó aumentada; 3º) la técnica de inspección más rápida hizo posible que ocasionalmente los radioisótopos aceleraran el proceso total de producción.

En operaciones de control de procesos industriales los aumentos de producción resultaban conjuntamente de las facilidades acordadas a la empresa para obtener tolerancias más rápidamente con equipos a radioisótopos. En operaciones de gran escala pequeños porcentajes en el aumento de la producción significaron substanciales economías en lo que respecta a los costos unitarios. Por ejemplo un fabricante de papel especializado que aumentó su productividad en un 3% sus ganancias netas se vieron superadas en 35.000 u\$s, un fabricante de tejidos revestidos y plásticos laminados aumentó la producción en un 5% debido a una

disminución en la paralización de máquinas para su medición y montaje, quien estimó su ganancia neta en 100.000 u\$s.

En la industria petrolera, los medidores a radioisótopos en tambores de coke han sido útiles para determinar las condiciones en el interior de los mismos. Anteriormente no era posible determinar cuando una unidad debía ser puesta fuera de servicio para limpieza y mantenimiento y en muchos casos se descubría solamente con posterioridad como resultado de una interrupción en el servicio a que había sido requerida. La producción que podía haberse obtenido durante dicho tiempo resultaba perdida. Esta aplicación de los radioisótopos ha resultado en menos tiempo perdido con el consiguiente aumento de la producción al no producirse interrupciones. En un caso una compañía petrolera mediante el uso de medidores a radioisótopos para medir el proceso en una unidad determinó que se realizó un aumento neto en las ganancias de u\$s 113.000 en 12 meses.

La eliminación de métodos de prueba destructivos y el uso de laboratorios comerciales están contribuyendo al aumento de la productividad en las empresas que se dedican a fundir y soldar. La productividad en la inspección se ha visto considerablemente aumentada y en muchos casos la rápida verificación ha acelerado todo el proceso de producción. Las economías informadas o denunciadas oscilaron entre unos pocos miles de dólares en unos casos hasta 50.000 u\$s anuales en otros. Un fabricante de productos de acero inoxidable que anteriormente enviaba sus productos a un laboratorio comercial a efectos de la inspección estima que un aumento porcentual en la productividad le significó a su empresa una ganancia de 42.000 u\$s. Otra compañía metalúrgica realizó un aumento de 15.000 u\$s de productividad cuando reemplazó por radioisótopos los métodos destructivos que había empleado conanterioridad.

Punto 5º. ECONOMIA EN LA MANO DE OBRA.

Los radioisótopos no han producido muchas economías en la mano de obra industrial excepto en el tiempo dedicado a la investigación. Excluyendo este último aspecto la economía efectuada en un período de 12 meses durante 1957/58 asciende a un total de 1.372.000 u\$s. Más de una tercera parte de ésta se produjo en la industria del transporte y 4/5 partes de la misma-503.000 u\$s- fué denunciada por una sola empresa.

Una de las razones que explican estas economías reducidas es que las aplicaciones de radioisótopos a los problemas industriales rara vez desplazan a las personas. Más comúnmente les dá a los operadores de máquinas y sus ayudantes un poco más de tiempo para atender otros trabajos pero no resulta un ahorro en la planilla de sueldos. Otra razón es que las economías en tiempo pueden resultar en un aumento de la productividad y menores costos unitarios pero no conducen a un ajuste en las horas trabajadas. Por lo tanto los beneficios de "productividad" registrados en el censo representan en parte economías en mano de obra que han sido efectuadas así como igualmente en reducciones de otros costos de elaboración por unidad producida. En los casos de ahorro de mano de obra informados por las empresas, éstos resultan del tiempo ahorrado en la inspección conjuntamente con operaciones de control manuales y en ocasiones del mantenimiento y reparación del equipo. Vg. un fabricante de flejes de acero informó acerca de una economía de 120.000 u\$s anuales mediante la eliminación de 12 inspectores. Seis medidores a radioisótopos instalados en cuatro lugares costaron a la compañía solamente 12.600U\$\$ más que su equipo previo de medición. Una fábrica de papel mediante el uso de radioisótopos para controlar el peso del papel pudo ahorrar los costos de inspección del

trabajo que anteriormente se hacía por métodos manuales; pudo reducir así sus costos de mano de obra de inspección con personal de su laboratorio central que le significó un ahorro de 16.400u\$s en un año. Otro ahorro poco común fué informado por un fabricante de láminas plásticas que mediante la reducción de la cantidad del desecho que debía ser reelaborado ahorró 25.000 u\$s en mano de obra para el reprocesamiento.

Una empresa naviera que hacía uso extensivo de radioisótopos para inspección de quillas e instalaciones de acuerdo con las exigencias de la armada informó que con los mismos se han reducido los costos de mano de obra empleada en rayos x en dos tercios. Fué posible hacer esto según informe del equipo radioisotópico de radiografía al realizarse secciones más grandes en una sola vez y también ya que por su maniabilidad elimina el uso de grúas y guinches y el personal requerido para ubicar o poner en posición las grandes máquinas de rayos x. Efectuando unas 40.000 exposiciones anualmente la misma estima que su economía total en mano de obra durante el año bajo estudio ascendió a 400.000 u\$s.. Un fabricante de aeroplanos gastaba 40.000 u\$s por año probando secciones de las alas para asegurarse que el revestimiento de metal estaba debidamente adherido a la estructura anterior. La técnica empleada requería tres semanas de pruebas costosas. Se realizaron considerables economías en mano de obra para la empresa cuando los estudios basados en radioisótopos permitieron establecer que gran parte de los procedimientos de prueba eran innecesarios.

Se ha citado ocasionalmente una reducción en el tiempo empleado en el mantenimiento de equipo como una fuente de economía por el hecho de que los medidores a radioisótopos no entran en contacto con el material que es sometido a su estudio, algunas empresas han descubierto que sus equipos estaban menos sujetos a la

la corrosión y al desgaste y que ello hace que requieran menores gastos de mantenimiento.

Al medir la densidad de soluciones de materias orgánicas una compañía química estima en 3000 u\$s anuales la reducción del costo de mantenimiento del material por la substitución de un tubo medidor de un mecanismo a tubos por un medidor a radioisótopos. Un productor de acero especializado informó acerca de una economía de 10.000 u\$s. en conceptos de inspección y mantenimiento mediante el uso de medidores a radioisótopos en una planta laminadora. En muchos casos de análoga naturaleza las mismas informaron pequeños ahorros que si bien eran reales resultaban de difícil estimación.

Punto 6°. ECONOMÍA DE LAS INVESTIGACIONES.

Las economías más significativas de mano de obra por efecto del empleo de los radioisótopos se encuentran en la investigación industrial. Tales, no resultan directamente de una reducción de la planilla de sueldos y salarios sino que se traducen en mayor rendimiento y menor duración de las investigaciones necesarias para el mejoramiento de técnicas industriales. Sin aumento de personal y empleando el mismo tiempo que con métodos más anticuados se realiza mayor número de investigación lo que se traduce en un real aumento de la economía. Tales circunstancias han sido analizadas en el censo realizado en los EEUU en 1958 que no obstante no permitió señalar con exactitud el valor del tiempo ahorrado en mano de obra, capital, costos de administración y otros gastos indirectos; su valor puede determinarse únicamente comparando los costos de las investigaciones que actualmente se realizan con radioisótopos con otras análogas que tuviesen que realizarse por los métodos anteriormente utilizados. En dicho censo se ha calculado que esa diferencia importaría 12.512.000 u\$s lo que traduce el apreciable ahorro de sueldos por las investigaciones realizadas.

En el campo de las investigaciones industriales los proyectos que más comúnmente utilizan el sistema de radioisótopos con substanciales ahorros de mano de obra son los que se refieren a las características del desgaste, metabolismo de animales y vegetales, y detergentes.

Los fabricantes de motores y proveedores de derivados del petróleo han empleado extensamente piezas de motores radioactivadas para determinar el desgaste en diferentes operaciones y lubricación. Un trabajo análogo efectúan los fabricantes de máquinas para determinar las características del des-

gaste de las piezas cortadoras y la presencia de sus componentes. Una compañía petrolera que estudió el grado de desgaste de las diversas partes de un motor estimó que en 12 meses había ahorrado 540.000 u\$s en concepto de tiempo empleado en dicha investigación. La inversión anual en el suministro de radioisótopos y equipo para dichas experiencias fué menor de 25.000 u\$s.

Los radioisótopos prestan gran utilidad para la solución de problemas vinculados a los procesos en que intervienen diversas sustancias. Dichos procesos, fundamentalmente de índole química, son llevados a cabo en una escala microscópica y son de una complejidad difícilmente analizable por medio de los métodos químicos usuales. Así por ej. los estudios sobre metabolismo son lentos y muy costosos. Una droguería que emplea radioisótopos para el estudio de varias nuevas drogas ha determinado que la aceleración resultante del uso de los radioisótopos le ahorra 75.000 u\$s por el menor tiempo dedicado a dicha investigación.

Las reacciones que ocurren en la superficie de las sustancias analizadas son de gran importancia para los fabricantes de solventes y detergentes. Varias técnicas de rastreo con radioisótopos han sido diseñadas para permitir señalar la eficiencia de una variedad de agentes limpiadores que van desde jabones para lavadoras hasta solventes industriales de desensaponificación. Se puede señalar el caso de una empresa fabricante de jabones que señaló el ahorro de 75.000 u\$s para investigar la eficiencia de una sustancia que remueve la suciedad de las telas.

En muchos otros campos de la investigación los radioisótopos han sido de gran utilidad para la reducción del tiempo empleado por los laboratorios industriales para sus investigaciones. En el estudio de materiales semi-conductores, una firma redujo los gastos de investigación en más de 170.000 u\$s gracias a la sustitución de los métodos analíticos convencionales por técni-

cas basadas en el uso de radioisótopos. Se ha informado que el uso de radioisótopos para examinar la eficiencia de filtros ahorro a otro fabricante la suma de 60.000 u\$s. En el anterior sistema empleado para estudio debíadesmantelarse íntegramente el sistema de filtrado para comprobar la eficiencia de los filtros, lo que para el nuevo método es ocioso. Otro ejemplo más del empleo de radioisótopos para fines industriales es dado por el estudio de las condiciones óptimas del bombeo de combustible en motores a reacción que se tradujo en un ahorro de 60.000 u\$s para la empresa que comenzó a realizar sus investigaciones mediante radioisótopos.

Punto 7º. OTROS AHORROS DE FABRICACION.

Las empresas incluídas en el censo a que hemos hecho mención señalaron que habían ahorrado 8.777.000u\$s durante un período de 12 meses en 1957/58 por el rubro del acápíte. Esos ahorros consisten principalmente en economías de materias primas, reducción de desechos, mayor productividad y mejor eficiencia de la mano de obra que no pudieron ser identificados individualmente o especificados con toda exactitud por dichas empresas. Así por ejemplo una compañía dedicada a la fabricación de maquinarias informó de una economía de 70.000 u\$s en el tiempo empleado y costo de las máquinas mediante el reemplazo de las pruebas destructivas de eficiencia por la inspección radioisotópica.

Algunas de las mayores economías no especificadas se encontraron en la industria del petróleo crudo y refinerías de petróleo. Una compañía productora ahorró cerca de 250.000 u\$s en el costo de operaciones de inyección de gas mediante el uso de radioisótopos para determinar el método más eficiente para una recuperación secundaria del petróleo. Una economía de monto similar fué obtenida por un refinador que usa radioisótopos para un problema de espumado en una planta de fenol. Como resultado inmediato de los conocimientos adquiridos mediante tales investigaciones se disminuyó la reducción de velocidad y cierre de los equipos empleados. De esta forma la capacidad productiva aumentó en un treinta por ciento. La mayor específica en este tipo -unos 600.000 u\$s.- se obtuvo por un refinador que empleó los radioisótopos para determinar las causas del defectuoso funcionamiento de un cracker catalítico. Mientras la producción aumentó en un uno por ciento, los costos por mano de obra y material requerido para desarme fueron eliminados. Un ahorro de 500.000 u\$s fué realizado por otra refinería que mediante el uso de radioisótopos pudo mejorar el punto de crack en un proceso

de destilación del petróleo crudo. Ello permitió aumentar el valor del petróleo crudo sometido a ese proceso.

En la industria de la alimentación se produjo un importante ahorro de 562.000 u\$s. Este resultado se obtuvo por el uso de un método analítico mediante radioisótopos para determinar las cantidades de vitamina B12 en un artículo terminado, y a medida que el mismo era producido. Dicha economía representa la reducción en el costo operativo del laboratorio central de calidad.

Punto 87. BENEFICIOS NO COMPUTABLES.

La mayoría de las empresas considera que ha obtenido valiosas utilidades derivadas del uso de radioisótopos que no puede ser computada en términos monetarios. Los beneficios más corrientes de esta naturaleza son: mayor calidad en la producción, consecuente mejoramiento de las relaciones con la clientela, una comprensión más clara y sencilla de los procesos industriales, químicos o biológicos, mayor seguridad para los trabajadores y como inmediata consecuencia mejores relaciones con el personal. Algunas empresas entienden que de todas estas circunstancias han resultado economías pecuniarias que desgraciadamente no fué posible localizar o estimar con absoluta exactitud.

Punto 9º. MEJORES PRODUCTOS-MEJORES RELACIONES.

Los beneficios más comunes que señalan las empresas consisten en mejora de los productos y de las relaciones con la clientela como resultado inmediato del uso de los radioisótopos. Las tolerancias más ajustadas resultantes de los medidores que emplean radioisótopos se traduce en una producción más uniforme. Asimismo la inspección por medio de radiografía a radioisótopos ha mejorado las técnicas de fundido y soldadura reduciendo las posibilidades de fabricación y despacho de productos defectuosos.

Una fundición de acero informo que el uso de radioisótopos le ha permitido dar a los clientes mayor seguridad con respecto a las calidades anotadas en productos para aplicaciones críticas. un Fabricante de papel kraft y cartón para envases manifestó que, como resultado de la mejor información posibilitada por la medición continua mediante radioisótopos se ha traducido en productos mejores y más uniformes. Asimismo una firma de plásticos que obtuvo una señalada mejora en la calidad de sus productos sostuvo que el principal beneficio derivado del uso de los radioisótopos se tradujo en tal mejora y señaló que tal circunstancia ha sido muy importante debido al considerable aumento de la competencia en éste ramo y la existencia de normas de calidad más exigentes y precisas. Según la experiencia recogida por varias empresas la posibilidad de suministrar un producto permanentemente uniforme y noble constituye una importante ventaja comercial que conduce a una mayor lealtad por parte de los clientes.

Ello resulta más palpable cuando únicamente algunas compañías en determinado ramo pueden ajustarse a dichas normas, inversamente si muchas firmas pueden hacerlo, el fenómeno es menos notable. Resulta evidente que es vital para la subsistencia de la empresa si una apreciable mayoría emplea las nuevas técnicas radioisotópicas. La importancia de ese resultado desde el punto de vista

de las relaciones con el cliente depende del valor intrínseco de la mejora de calidad de los productos en cuestión y de las normas que rigen la industria de que se trate. Una mejora en la calidad del producto frecuentemente conduce a la obtención de nuevos mercados como ha ocurrido en el caso de algunas empresas de la industria plástica y papelería. En otros casos esta nueva técnica ayuda a determinados fabricantes a ponerse a la altura de la competencia.

Con el uso de los radioisótopos, según una manufactura de productos de aceros, en la medida en que la calidad de sus productos mejoró, paralelamente han mejorado las relaciones con los clientes. Los productos fundidos por dicha compañía han adquirido renombre por obra de dicha calidad. Una firma productora de material para calzado estimó que los radioisótopos eran vitales para el mantenimiento de buenas relaciones con los clientes, sostuvo que la confianza del cliente es un elemento de una importancia fundamental por cuanto las variaciones de calidad de sus productos afectarían directamente a los fabricantes de calzados y lo producirían pérdidas substanciales que excederían incluso el valor de las propias pérdidas de dicha empresa. Una empresa petrolera por cuyas redes de distribución circulan productos de otras compañías afirmó que los medidores radioisotópicos empleados les dió la absoluta seguridad que los productos entregados no se encontraban contaminados, señaló que constituían una especial preocupación para la misma tal circunstancia ya que encontrándose bajo su custodia era mayor la responsabilidad de proteger la calidad de las materias así confiadas por terceros.

Punto 10°. AGENTES AUXILIARES PARA LA INVESTIGACION.

El uso de los radioisótopos permite un conocimiento más exacto de procesos manufactureros, químicos o biológicos aunque potencialmente tales beneficios resulten más indeterminables. Esto se cita frecuentemente como un beneficio suplementario derivado de los rastreadores a radioisótopos. En numerosas oportunidades se ha manifestado que ello constituye la principal utilidad de esta técnica aplicada a la investigación. Resultados concretos de la misma se traducen en una mayor comprensión del proceso catalítico o de la polimerización o de una reacción química en un proceso industrial que revisten importancia económica en un corto lapso de tiempo. Una compañía petrolera informó que los radioisótopos facilitaron conocer mejor el funcionamiento de una planta de fenol ayudando a evitar costosas paralizaciones de los procesos productivos lo que se tradujo en una mayor producción. Una empresa elaboradora de caucho estudió con métodos análogos el desplazamiento de inhibiciones del crecimiento de plantas comprobando que los radioisótopos suministraban mejores detalles de la forma de dicho desplazamiento. Esta información permitió un aumento en las ventas ya que significó también una mejora en la producción.

Otros usos de los radioisótopos no tendrán tal vez significación económica durante muchos años y en algunos casos nunca beneficiarán a la compañía que realiza la investigación. El censo de los EEUU indica que los registros de investigación industrial señalan numerosos descubrimientos que nunca tuvieron aplicación práctica o que no fueron empleados durante décadas hasta descubrir su método de utilización concreta.

Un lapso de 10 a 15 años constituye un período de tiempo corriente entre un descubrimiento y su aplicación comercial. Las

empresas industriales consideran, que antes de dicho tiempo resulta imposible determinar con exactitud si un determinado descubrimiento se traducirá en un valor económico. No se puede predecir que otros descubrimientos producidos en el interés quiten actualidad al primero antes que sea posible su aplicación industrial en gran escala y su consecuente imposición en los mercados.

Punto 11°. AGENTES AUXILIARES PARA EL PERSONAL.

Existen tres aspectos difíciles de apreciar desde el punto de vista del personal. El primero resulta del orgullo que sienten los empleados de usar un método tan moderno y original como son los radioisótopos. Mientras que algunas empresas no quieren tener contacto alguno con una fuente radiactiva otras experimentan un singular orgullo de emplear tales técnicas. Un fabricante manifestaba a los funcionarios del censo que observaba que el personal que trabajaba con el equipo de medición de radioisótopos se enorgullecía de ese pequeño conocimiento adicional.

El segundo beneficio desde el punto de vista del personal consiste en la ayuda que prestan los radioisótopos al mismo: el medidor que le facilita al operario a cargo de la maquinaria la tarea de mantenerse dentro de las tolerancias exigidas; la fuente radioisotópica que demuestra al soldador los errores en su tarea y lo ayuda a perfeccionarse en su profesión; el trazador que auxilia al investigador a obtener una respuesta al problema que lo ha preocupado durante semanas o años. Una compañía petrolera informaba que el uso de medidores radioisótopos ha facilitado enormemente el control de las cañerías. Un fabricante de productos de papel señaló que los medidores a radioisótopos dieron a sus operarios más confianza en las máquinas utilizadas. Una fábrica elaboradora de caucho manifestó que los radioisótopos permitieron a los operarios dedicar más tiempo a otros aspectos secundarios del trabajo.

El tercer beneficio desde el punto de vista del obrero consiste en la mayor seguridad. Procesos peligrosos pueden controlarse con mayor precisión.

Mediante los radioisótopos pueden controlarse procesos químicos en ambientes cerrados, evitando así que el personal encargado anteriormente de dicha inspección quedara expuesto a materiales

peligrosos o tóxicos. Las vasijas a presión pueden radiografiarse minuciosamente para evitar explosiones y los elementos estructurales de aviones y embarcaciones pueden controlarse para reducir las probabilidades de fallas catastróficas. Un productor de materiales de titanio fundido opina que con un medidor a radioisótopos para medir con precisión el nivel de titanio fundido en un crisol se produce un aumento en la seguridad de la planta, ya que conociéndose el nivel exacto del metal fundido no se corre el riesgo de exceder la capacidad de dicho crisol lo que podría traducirse en una grave explosión. Un fabricante de jabón está elaborando un medidor a radioisótopos para establecer el nivel del líquido dentro de un recipiente a presión con paredes de acero laminado de 3 pulgadas de espesor. El control inadecuado de niveles dentro del recipiente podría traducirse en serios daños para su personal.

Puede ser que el orgullo que siente el personal que emplea un método industrial novedoso se traduzca en un beneficio económico insignificante pero el valor de una vida humana salvada por dicho método es inapreciable. Se trata de un beneficio difícil de calcular ya que deben considerarse en primer lugar las probabilidades que de dichos accidentes se produzcan y en segundo lugar sus consecuencias. No ha podido determinarse en que medida las técnicas industriales que emplean radioisótopos han acrecentado las pautas de seguridad evitando inapreciables resultados funestos. Habría que preguntarse en qué medida estas nuevas técnicas han disminuido los accidentes de trabajo y en que forma la mayor seguridad que el personal siente se traduce en un beneficio pecuniario.

CAPITULO V

CAUSAS DE LAS VARIACIONES EN LA ECONOMIA

Consideraciones Generales

Un análisis de los resultados del censo norteamericano de 1958 demuestra que empresas dedicadas al mismo ramo y que utilizan radioisótopos para los mismos fines frecuentemente señalan diferencias de importancia en la reducción de los costos. En efecto, algunas informan acerca de costos netos más bien que sobre economías realizadas mientras que otras obtienen reducciones de hasta cien por ciento, doscientos por ciento, o más, por encima del costo anual mediante el uso de radioisótopos.

Son variables los motivos de dichas variaciones y pueden interpretarse examinando los beneficios obtenidos por cada uso intensivo de los sistemas a radioisótopos.

Punto 2°. AHORROS POR MEDIDORES DE ESPESOR O DENSIDAD.

El uso de medidores a radioisótopos produce ahorros que resultan a la vez del menor consumo de materia prima, incremento de la producción y reducción de la paralización de trabajos para operaciones de mantenimiento de los equipos. En grado menor los ahorros resultan de reducción de gastos de mano de obra. La medida de cada una de estas economías depende de las particulares circunstancias de cada empresa.

Así por ejemplo si la calidad de los productos manufacturados variaba considerablemente antes de la instalación de los medidores debido al defectuoso funcionamiento del equipo en la línea de producción, la introducción de los mismos tendrá un efecto más señalado sobre el consumo de materia prima y la reducción de los materiales de descarte que si el equipo industrial hubiese operado previamente en forma más ajustada a las tolerancias actualmente obtenidas mediante los medidores. En forma similar si se encontraba en uso algún tipo de alimentación y control automático antes de la introducción del medidor a radioisótopos puede estimarse que el ahorro de material, gastos y tiempo para la inspección del mismo y para el proceso productivo será siempre menor cuando se introduzca un sistema radioisotópico que en otra manufactura en la que se empleaba un sistema manual.

Otro factor que incide en las variaciones de economías resultantes de la aplicación de los nuevos sistemas depende de los métodos alternados de medición usados por algunas empresas cuyos resultados eran casi tan buenos como la medición a base de radioisótopos. La única economía real en estos casos consistió en las diferencias de costos de ambos métodos para equipos y manutención de los mismos. Unos pocos productores de metales varían puntualizan que los medidores a rayos X son tan satisfactorios como los que emplean radioisótopos y que el único motivo determinante de

la adopción de estos últimos consistía en la probabilidad de obtener una pequeña reducción en los costos de mantenimiento. Ello es también aplicable a los medidores a contacto para ciertos usos.

Por otra parte en las industrias donde no existía un método totalmente satisfactorio, tales los casos de medición de abrasivos, cubiertas o planchas de plásticos muy delgadas y blandas, la aplicación de medidores a radioisótopos produce substanciales beneficios. En los casos en que se han instalado medidores como parte de modernización de una planta industrial, juntamente con otros equipos, es generalmente imposible determinar en que medida las economías resultan de una y otra innovación. Así también resulta de los casos en que los medidores fueron instalados en plantas industriales desde que comenzaron la producción. En todos estos casos no puede atribuirse directamente a los medidores a radioisótopos los ahorros que su uso significó aunque su contribución a las economías se aproxime a las de los instalados en líneas de producción pre existentes con registros contables que permiten la razonable estimación de tales valores.

Punto 3º. Economía en materia prima.

Como directa consecuencia de la mayor justeza que la aplicación de los medidores a radioisótopos permite, es posible la obtención de tolerancias substanciales más rígidas para los artículos que fabrican numerosas empresas que anteriormente excedían los espesores exigidos a fin de ajustarse a los requerimientos mínimos. Un ajuste más preciso a las tolerancias significa una reducción en el espesor medio de los materiales empleados.

Si un producto se vende sobre la base de la superficie y el proceso anterior utilizaba tolerancias excesivas se puede obtener economía de materia prima verdaderamente drásticas. Algunas empresas no obstante, venden sus productos sobre la base del peso en cuyo caso no obtienen beneficio alguno de la mejor utilización de la materia prima. No obstante, la economía que ello significa para el comprador del producto y la mayor uniformidad del mismo puede traducirse en substanciales aumentos de órdenes de compra y en relaciones más estrechas y cordiales entre vendedor y comprador. En algunos casos la mejora en la uniformidad de los productos constituye un valioso beneficio para el comprador, como el caso del cartón para los fabricantes de cajas y envases. Un cartón de consistencia más uniforme significa una aceleración del proceso de plegado de cajas, menor inconveniente para los equipos que lo manipulan y un consiguiente aumento de la productividad.

Las compañías que más se preocupan de la manufactura de productos uniformes o de alta calidad tal vez no obtengan ahorros apreciables en el uso de la materia prima pero desde el momento en que la cantidad de producto empleado se utiliza más uniformemente la calidad puede ser mantenida en un nivel constante y distribuirse más uniformemente con el mismo costo.

Punto 4º. AHORRO EN LOS DESECHOS.

En las operaciones de producción en serie, se producen mediante el uso de radioisótopos, mercaderías de una calidad uniforme y ahorro consiguiente de materiales de desecho y unidades por debajo de la standard. El valor que ello significa variará en las distintas empresas según sea el tiempo requerido para obtener la tolerancia buscada, el costo de la materia prima y el valor de recuperación de la producción de calidad inferior. Cuando mayor fuese el tiempo requerido para lograr el standard, mayor el costo de la materia prima empleada y menor el valor del desecho, tanto mayor es la utilidad que prestan los medidores a radioisótopos cuando obtienen más rápidamente la calidad de producción requerida.

Además, cuando mayor sea la tendencia de un equipo en la línea de producción a apartarse de las normas fijadas para la misma, provocando variaciones en el producto por debajo de las tolerancias permitidas, tanto mayor es el valor de los medidores con controles de re-alimentación, en la reducción de los descartes.

Los medidores empleados por empresas que modifican menos frecuentemente la calidad de su producción ofrecen menos oportunidades de economizar desechos que los que se utilizan en empresas cuyas líneas de producción requieren frecuentes cambios y reajustes de la maquinaria. Por ejemplo en la industria papelera un fabricante de papel para diarios no necesita cambiar tan frecuentemente las especificaciones de sus tirajes como un fabricante de papel para libros o uso comercial, por consiguiente obtiene menos economías en la pasta empleada por sus equipos.

Punto 5º. Aumentos en la productividad.

Los medidores a radioisótopos no solamente ahorran materia prima sino también reducen el tiempo en que se realizan los procesos industriales acelerando las operaciones dentro de las tolerancias establecidas, mediante el ajuste del equipo a las mismas y detectando rápidamente cualquier inconveniente en el funcionamiento. En las operaciones en gran escala un pequeño porcentaje de producción por hora puede significar ahorros substanciales de dinero resultantes de costos unitarios más reducidos. No obstante el monto de dichas economías depende de la rapidez con que la empresa podía anteriormente obtener la exacta fijación de sus tolerancias antes de la instalación de los medidores a radioisótopos. Si el sistema anteriormente empleado era lento, la contribución de los medidores será significativa. Por el contrario los beneficios serán menos evidentes en aquéllas compañías que empleaban un equipo más perfeccionado que se ajustaba con mayor rapidez para la realización de las tareas requeridas.

Punto 6º. ECONOMIA DE MANO DE OBRA.

El grado de economía de mano de obra obtenida por el uso de medidores a radioisótopos depende de los métodos de inspección y control utilizados por la empresa en cada caso. Las compañías que anteriormente realizaban el control de producción mediante la inspección manual logran substanciales ahorros de mano de obra mediante la reducción o eliminación del personal de inspección. Las empresas que simplemente han reemplazado el equipo de medición convencional que requería poco o ningún personal -tales como los sistemas de pulsación, visuales, etc.- por medidores a isótopos generalmente han realizado ahorros más modestos.

En las compañías en las que el operario de la máquina realizaba la inspección manual como parte de sus obligaciones normales es probable que no se halla obtenido ninguna reducción de personal, aunque en tales casos el operario pueda tener tiempo para dedicarse a otras actividades. Las empresas que anteriormente no tenían instalado un control de calidad pueden haber tenido aumentos en el costo de mano de obra como consecuencia de la instalación de los medidores ya que el funcionamiento de los mismos requiere técnicos y operarios para su mantenimiento y supervisión. En tales casos se admite sin embargo que las mejoras en la calidad y mayor valor de los productos significan economías o beneficios muy superiores a dichos gastos.

Punto 7º. AHORROS EN MEDIDORES DE NIVELES LIQUIDOS.

Los medidores de niveles líquidos son utilizados principalmente en la industria química y de refinación del petróleo. Han aumentado su productividad al evitar costosas paralizaciones de las plantas manufactureras y mediante el perfeccionamiento de los controles sobre procesos críticos de producción. También están ayudando a dichas empresas a mejorar los procesos industriales, la calidad de los productos y la seguridad de sus fábricas.

Así por ejemplo numerosas empresas petroleras usan medidores de nivel de líquido para controlar el mismo, en unidades de coking; Salvo que los niveles se mantengan debidamente se necesitan costosas paralizaciones para limpiar la maquinaria. Cada una puede significar a una empresa ingentes sumas de dinero. Las economías que realizan las empresas mediante el uso de tales medidores, variará según el número de paralizaciones que sufría anteriormente y la eficacia de los métodos empleados hasta entonces para prevenirlas. La efectividad de los medidores usados constituye un factor que afecta considerablemente su economía. Una compañía petrolera informa que su medidor a radioisótopos no ha funcionado jamás satisfactoriamente y que ha tenido que repararlo en varias oportunidades, en consecuencia no está en condiciones de informar sobre economías hasta la fecha.

En la industria química algunas empresas están colocando medidores de niveles líquidos para aumentar la seguridad en los procesos. Opinan que los mismos ya están evitando serios daños a equipos e instalaciones pero no pueden justipreciar tales economías. Otras empresas emplean medidores de nivel para mejorar las operaciones de procesos industriales y han experimentado substanciales ahorros como resultado de la eliminación de costosos procesos manuales de producción y por las ventas incrementadas como resultado inmediato de la mejor calidad de sus productos.

Punto 8º. ECONOMIA EN RADIOGRAFIA.

Desde hace muchos años la inspección radiográfica ha sido empleada extensamente en la industria. En la mayoría de los casos el uso de radioisótopos artificiales para el trabajo radiográfico se está empleando para reemplazar o como auxiliar de algún método de inspección radiográfico preexistente en base a rayos X o radium. En tales casos las principales economías se derivan del menor costo de adquisición y mantenimiento de los equipos y de la menor mano de obra que se utiliza para su funcionamiento. En los casos en que anteriormente no se utilizaba ningún sistema de inspección radiográfico y las pruebas se realizaban mediante la destrucción de productos, el sistema de radiografía a radioisótopos produjo substanciales disminuciones en costo y mano de obra de los productos terminados. La radiografía redujo también los descartes, evitando la pérdida de tiempo en la producción de partes defectuosas y mejorando la calidad de la producción, tal el caso de las soldaduras.

Punto 9º. ECONOMIA RELATIVA A LA MAQUINARIA RADIOGRAFICA.

Las empresas que con anterioridad empleaban máquinas radiográficas de rayos x han señalado que la maquinaria a radioisótopos resulta más barata y que los gastos de manutención de los equipos es substancialmente mayor en el primer caso.

En algunas aplicaciones tales como la radiografía de metales delgados, las máquinas de rayos x son más rápidas que las que utilizan radioisótopos y la única economía que pudieron señalar consistió en los costos del equipo. No obstante, donde es posible radiografiar grandes áreas como en el caso de soldaduras de recipientes a presión o cascos de embarcaciones, las empresas están utilizando la radiografía a radioisótopos con notables economías en tiempo y mano de obra debido a la posibilidad de cubrir mayores superficies en cada exposición. Ello resulta de la posibilidad de efectuar muestras panorámicas con radioisótopos que resultan generalmente imposibles con rayos x que solamente analizan superficies más pequeñas. De ello resulta que la productividad de los equipos de inspección aumenta considerablemente.

El equipo radioisotópico es habitualmente más liviano y más fácilmente transportable que el de rayos x. Además, los radioisótopos no requieren fuentes de energía de tanta potencia. En los casos en que la portabilidad del equipo de rayos x resulta dificultosa, el equipo radioisotópico más manuable, liviano y menos voluminoso representa ahorros de mano de obra y que elimina la actividad de los trabajadores adicionales para tal transporte y conducción indispensable para el empleo del equipo de rayos x a los lugares donde debería utilizarse. Por otra parte cuando la operación no requiere que el equipo radiográfico sea transportado a la obra, tal ventaja es despreciable. A medida que el material analizado tiene mayor espesor requiere una mayor exposición a los rayos y en algunos casos el equipo de rayos x no puede realizar

ese trabajo. Las exposiciones radioisotópicas, por contraste, pueden prolongarse por largos períodos y frecuentemente se hacen cuando la planta no está funcionando. La fuente no necesita ser atendida durante esos largos períodos por lo que la densidad del material radiografiado tiene directa incidencia sobre el costo comparativo.

De igual manera si la producción debe ser analizada a medida que sale de las máquinas, la radiografía a radioisótopos podrá tener ventajas sobre la radiografía a rayos x, si la producción puede ser concentrada y radiografiarse en lotes, el uso de la radiografía panorámica "especialmente de noche cuando la planta esta cerrada" puede significar ahorros en costo y mayores facilidades en el ritmo de la producción.

Muchas compañías informan que la radiografía a radioisótopos brinda la oportunidad de realizar mayores ganancias como resultado de las órdenes de compra que pueden aceptar y que anteriormente habrían tenido que rechazar por carecer de medios suficientes para adquirir equipo o unidades para rayos x y ya que éstas no pueden operar en secciones de mucho espesor o en puntos poco accesibles. Entre tales empresas se encuentran las que sólo cuentan con medios radiográficos limitados. Por otra parte las que anteriormente poseían una gran capacidad de rayos x pueden haber experimentado solamente una pequeña reducción en los costos de equipo cuando efectuaron el cambio a la radiografía a radioisótopos o adquirieron radioisótopos como una fuente radiográfica suplementaria.

Punto 10°. AHORROS RELATIVOS AL RADIUM.

El mismo equipo básico es necesario para la radiografía a radium como para la artificial a radioisótopos.

La principal economía derivada del uso de radioisótopos artificiales emana de las diferencias de costo. Así por ejemplo, una empresa naviera ha reemplazado radium por valor de 60.000u\$s con un desembolso de unos pocos centenares de dólares en radioisótopos artificiales.

Algunas empresas que anteriormente vendían radium manifiestan que la radiación gama del radium es menos penetrante que la del cobalto 60 e iridio 192 y que generalmente requiere más tiempo una exposición con radium. También opinan que los radioisótopos dan mejores definiciones sobre películas que el radium y que en consecuencia producirán mayores ahorros en los descartes. Sin embargo, los ahorros son generalmente menores en las compañías que reemplazan la radiografía de radium a radioisótopos que aquellas que lo reemplazan por sus equipos de rayos x.

Punto 11º. ECONOMIAS RELATIVAS A LAS PRUEBAS COMERCIALES.

Las empresas que han reemplazado la inspección exterior con un laboratorio de prueba comercial con sus propias unidades de radiografía a radioisótopos informan respecto a economías porporcionalmente mayores que aquellas que anteriormente contaban con equipos propios de rayos. Aunque estas empresas tienen que pagar los costos de equipo y materiales necesarios para sus propias inspecciones radiográficas, con el consiguiente incremento en el costo de la mano de obra, ellas resultan menores que el costo anterior de la inspección radiográfica fuera de la misma. Mas aún, al no tener que depender de un servicio exterior, éstas, planifican su producción más eficientemente y pueden proveerse de una inspección radiográfica de rutina. Para numerosas empresas esto ha significado aumentos en la producción y en el volumen de las ventas, con el proporcional aumento de las entradas netas.

Por otra parte varias firmas, han señalado que desde que disponen de sus propias unidades radiográficas les ha sido posible aumentar el número de inspecciones. Ello a traído aparejado mejoras en las técnicas de fundición y soldadura y como consecuencia la reducción de los descartes. Estos beneficios no serán experimentados por las que ya realizaban sus propios trabajos radiográficos.

Punto 12º. ECONOMIA RELATIVA A LAS PRUEBAS DESTRUCTIVAS.

Las empresas que con anterioridad usaban métodos de prueba destructivo para la inspección de sus productos han efectuado g generalmente importantes economías de mano de obra y reducción de los descartes, en oportunidades han obtenido ganancias a través del aumento de su productividad.

Una empresa que invertía 10 horas-hombre para cada una de las 900 pruebas de destrucción que realizaba anualmente, utilizando la radiografía a radioisótopos realiza el mismo trabajo de inspección en la décima parte del tiempo. Tales economías no se produjeron en las empresas que anteriormente usaban máquinas de rayos x o fuentes de radium.

Punto 13º. ECONOMIA EN INVESTIGACION.

Los radioisótopos son generalmente usados en la investigación ya sea porque posibilitan una reducción en el tiempo normalmente empleado para un estudio o porque resuelven problemas anteriormente insolubles.

A diferencia de las aplicaciones de medición y radiografía en los que se están usando radioisótopos para controlar o inspeccionar los mismos productos que se controlaban o inspeccionaban en el pasado, hay poca duplicación en la investigación de procesos industriales.

Cada empresa tiene sus propios problemas que indagar, variando los mismos constantemente. De manera que mientras las técnicas de investigación a radioisótopos, tales como los análisis de dilución, activación y rastreo directo, son los mismos de empresa a empresa, la importancia de su uso y su posible contribución a la reducción de costos o al aumento de ganancias varía considerablemente.

Punto 14º. USOS QUE REEMPLAZAN TECNICAS COMPARABLES.

Diversas compañías que emplean radioisótopos informan de variaciones en la economía de los procesos industriales según sea la naturaleza de los métodos reemplazados por la nueva Técnica. Algunas empresas adoptan el análisis a radioisótopos en reemplazo de técnicas y equipos de investigación muy avanzados. Otras pasan directamente de métodos de laboratorio relativamente rudimentarios y onerosos a otros métodos de rastreo mucho más adelantados.

Los investigadores también difieren sobre la diferencia de costos entre las técnicas convencionales y las técnicas a radioisótopos. Por ejemplo, una firma de drogas calcula un ahorro de 75.000 u\$s a raíz de la reducción de tiempo resultante del estudio del efecto metabólico de la misma por los radioisótopos. Otra firma de drogas mediante estudios similares llega a la conclusión de que si los radioisótopos no hubieran sido utilizados podría haberse desarrollado otro método adecuado que lograra el mismo resultado en igual tiempo, de ello se deduce que esta empresa no atribuye ningún ahorro al método de los radioisótopos.

Punto 15º. USOS DE IMPORTANCIA DESIGUAL.

En el caso de las empresas que han usado radioisótopos para realizar investigaciones que no han podido cumplirse por otros métodos, generalmente no se ha producido ninguna economía en los costos de las operaciones, por cuanto no existe una pauta que permita comparar el uso de los radioisótopos con otras técnicas. No obstante, en algunos casos otras empresas informaron que el uso de radioisótopos les ha evitado costosos esfuerzos para desarrollar otros métodos de investigación que podrían haber resultado exitosos. Estas economías fueron registradas y apreciadas. Las variaciones en los beneficios de la investigación radioisotópica también depende del uso que se haga de la información obtenida. Para algunas empresas puede representar una investigación básica, una contribución a los conocimientos generales pero sobre la economía no puede estimarse exactamente; para otras compañías tipos similares de experimentación pueden significar un rol importante en el desarrollo de la empresa y como consecuencia tener un valor comercial. Dos compañías que llevaron a cabo investigaciones con radioisótopos sobre material semi conductor informan que el trabajo no puede efectuarse por ningún otro método. Una de ellas opina que la información obtenida constituye una contribución a sus conocimientos generales. La otra señala que los datos obtenidos le permitieron efectuar ciertos cambios en los procesos de producción con la consiguiente economía.

Igualmente, si una técnica radioisotópica constituye la clave de todo un proyecto, puede atribuirse un valor económico a su empleo. En algunos casos, sin embargo, el trabajo con radioisótopos constituye una parte del proyecto integral de investigación, ni más ni menos importante que cualquiera de las otras partes. En consecuencia, no puede estimarse racionalmente el valor económico de la contribución hecha por los radioisótopos.

Punto 16°. DIFERENCIA ENTRE LOS MEDIOS DE VALUACION.

Un factor final que determina variaciones en la estimación del ahorro de las investigaciones constituye la forma en que se calculan esas economías. Cuando el método a radioisótopos es el único modo de hacer el trabajo, los resultados pueden ser tremendos pero incalculables. Cuando se citan las economías realizadas por el empleo de esos métodos, no se podría responder con absoluta certeza sobre el ahorro que han determinado según el corriente criterio con que los empresarios comerciales registran la mejora de la situación empresarial. Los ahorros más concretos son los que resultan del tiempo de investigación reducido, de la disminución del personal de investigación, de las modificaciones o cambios del proceso industrial que podrían ajustarse por métodos contables.

Pero muchos proyectos de investigación no pueden calcularse con facilidad. Tal vez existieron algunos ahorros que no fueron establecidos claramente y que no pueden registrarse con exactitud. En muchos casos la investigación fué acelerada pero la gente dedicada a la misma, en vez de ser desplazada fué dirigida a una mayor intensificación del mismo tipo de investigaciones o a estudios de otra índole. Ejemplo de ello lo constituyen las pruebas de desgaste; grandes economías se han realizado y podrían probarse sobre el papel si se tienen en cuenta los costos en que se hubiera incurrido para efectuar todas las pruebas de desgaste realizadas por radioisótopos si se hubieran empleado los métodos convencionales que aquellos han reemplazado. El monto del ahorro resultará del menor costo del método radioisotópico con relación a un volumen igual de investigaciones del mismo tipo mediante los métodos convencionales preexistentes.

De tales diferencias de puntos de vista resultan significativas variaciones en la estimación de las economías en la investigación.

CAPITULO VI

SITUACION ACTUAL DEL PROBLEMA EN LA ARGENTINA

INTRODUCCION

La economía argentina ha sufrido en los últimos años y a partir de la segunda guerra mundial fuertes impactos derivados de profundas convulsiones políticas y sociales cuyo análisis escapan al ámbito de esta tesis pero que no pueden ser despreciados en cuanto se han traducido en resultados económicos palpables.

Fundamentalmente y hasta principios de este siglo nuestra economía, si bien floreciente, se limitaba a la explotación agrícola-ganadera extensiva y los productos manufacturados se importaban de diversos países europeos casi sin excepción.

La primera guerra mundial coincidió con un primer avance industrial fomentado por el aislamiento de nuestro país con relación a los mercados productores de artículos manufacturados.

Luego de un período de crisis que caracteriza la primera parte de la cuarta década del siglo y cuando la industria nacional comenzaba a estructurarse con bases sólidas, empleando técnicas cada vez más progresistas y perfeccionadas, el segundo gran conflicto mundial volvió a repetir el fenómeno en escala aún mayor y prolongada.

En esa coyuntura histórica es cuando la industria nacional alcanzó un desarrollo casi igual al que tiene actualmente en lo que a adelantos técnicos se refiere. Las naciones europeas, principales proveedoras de máquinas industriales y elementos imprescindibles para el perfeccionamiento técnico durante largos años sometidos a una guerra destructiva y total necesitaron años y esfuerzos incontables para reorganizar sus economías. Los EEUU por razones políticas y tácticas debió volcar en ellas la casi totalidad de sus esfuerzos en tal sentido.

Coincide este período histórico con movimientos sociales de una intensidad y prolongación hasta entonces desconocida entre nosotros originados en un nuevo proletariado industrial que rodea a todos los grandes centros de población del país formado por una clase social generalmente desposeída de bienes materiales, con un bajo nivel cultural, alejado de sus lugares de origen y posiblemente mal comprendido por las clases empresarias.

El resultado inmediato que ello tiene sobre las técnicas industriales se traduce en una disminución en el crecimiento de la producción industrial y en el mantenimiento de técnicas rutinarias que difícilmente pueden entrar en competencia en los mercados internacionales, con otras nuevas y más perfectas que se traducen en menores costos y mejor calidad de las mercaderías elaboradas.

Por ello es que, al analizar en los capítulos precedentes el impacto económico de la aplicación de los radioisótopos a la industria hemos tomado el ejemplo de lo que sucede en los EEUU ya que en nuestro medio la aplicación de los mismos es prácticamente insignificante.

Resulta paradójico comparar esta situación con el de la rama de las ciencias biológicas aplicadas que mayor y mejor desarrollo tiene entre nosotros: la medicina, y precisamente constatamos que en ese campo de la investigación científica, los radioisótopos son utilizados en nuestro país con mucha mayor profusión.

Esta pauta, que pareciera especialísima y parcial, demuestra hasta qué punto difiere en nuestro país el progreso científico del industrial y señala la urgente necesidad de que se conozcan en nuestro medio las inapreciables ventajas de los métodos que hemos expuesto que sin duda tendrán un resultado análogo al que se comprueba con el censo norteamericano que hemos analizado extensamente.

Punto 2º. EL USO DE LOS RADIOISOTOPOS EN NUESTRO PAIS.

Por decreto ley 842/58 del 24/1/58 se Puso en vigencia el reglamento para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes que tienden a difundir el empleo controlado de estas técnicas tan útiles para la ciencia y la industria.

Toda materia legistada es un índice elocuente del interés que ha adquirido el objeto de su regulación y mediante publicaciones difundidas por la Comisión Nacional de la Energía Atómica podemos señalar que según las autoridades del mismo recién para mediados del pasado año se preveía el funcionamiento de un reactor destinado a la producción de radioisótopos que actualmente ya se encuentra operando. Se proyectó a principios de 1959 la producción de diversos radioisótopos en escala comercial.

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha informado que ante la imposibilidad de participar en forma apreciable al aprovisionamiento de material radioactivo para el mercado, había comenzado a realizar tareas con materiales radioactivos importados con el objeto de acumular experiencia sobre su uso y economizar divisas con que se pagaban dichas investigaciones en el extranjero.

El siguiente paso proyectado incluía la preparación de fuentes radioactivas destinadas a usos industriales aunque empleando todavía materiales importados.

Se había seleccionado la importación prefiriendo el aporte de diversos mercados para ponerse a cubierto de posibles suspensiones o interrupciones en la producción de los mismos.

Estas tareas se estaban cumpliendo ya a principios de 1959 sin mayores inconvenientes técnicos pero tropezando con la dificultad motivada por la escasez de divisas.

Según publicaciones de la Comisión Nacional de Energía Atómica eran las siguientes:

Importación de radioisótopos, en milicurios						
Isótopo	Año 1957		Año 1958			Totales para el año 1958
	Reino Unido	Reino Unido	EEUU	Francia	Canadá	
I 131	10.500	12.161	-	-	-	12.161
P 32	1.080	1.203	20	-	-	1.223
Cr 51	-	15	-	-	-	15
Fe 59	-	1,9	-	-	-	1,9
Co 60	-	5.562	2.000.080	-	1.500.000	3505642
Au 198	sin datos	4.330	1.300	170	-	5.800
C 14	sin datos	36,2	-	-	-	36,2
S 35	sin datos	22	-	-	-	22
Ta 182	-	250	-	-	-	250
Sr 90	-	125	50	-	-	175
Cs 137	-	30	10.000	-	-	10.030
Ru 106	-	20	-	0	-	20
Hg 203	-	5	-	-	-	5
Te 204	-	2	-	-	-	2
Parciales por país de origen	11.580	23.763,1	2.011.450	170	1.500.000	3.535383,1

En los años anteriores la importación en milicurios fué:

1954: 6.600; 1955: 7.300; 1956: 8.400.

Las cifras indicadas señalan el geométrico aumento de las importaciones.

Punto 3°. CONTRALOR Y FISCALIZACION.

Las tareas de contralor,,fiscalización y asesoramiento que realizaba la Comisión Nacional significaron en 1958 111 inspecciones de las cuales 10 encaminadas a supervisar instalaciones de rayos x.

El decreto ley precitado impuso al organismo informante el estudio de antecedentes de los solicitantes de permisos que tuvieron como resultado el otorgamiento de 255,

Los datos suministrados por la Comisión Nacional de referencia se indican en el cuadro siguiente; en milicuries:

Isótopo	Campo de aplicación del material			
	Investigación	Medicina	Industria	Agricultura
I 131	300	11.861	-	-
P 32	4	1.215	-	4
Cr 51	15	-	-	-
Fe 59	1,9	-	-	-
Co 60	-	3.500,92	5.550	-
Au198	1200	4.600	-	-
C 14	36,2	-	-	-
S 35	22	-	-	-
Ta 182	-	250	-	-
Sr 90	-	155	20	-
Cs 137	-	-	30	10.000
Ru 106	20	-	-	-
Hg 203	5	-	-	-
Te 204	2	-	-	-
Totales por campo de aplicación	1.606,1	3.518.173	5.600	10.004

En el área que interesa a esta tesis solamente se otorgaron tres permisos a personas individuales: dos para investigación industrial pertenecientes al mismo titular y un tercero para investigación agrícola.

En cuanto a las personas jurídicas que gozaban de licencias eran solamente tres que contaban con cuatro permisos, finalmente otras dos se dedicaban a la comercialización de material radiactivo pero con aplicación a la medicina.

El siguiente cuadro demuestra la distribución en los diversos campos de aplicación:

Campo de aplicación	Permisos Individuales	Permisos Institucionales
Investigación física	3	-
Investigación biológica y médica	39	9
Diagnóstico médico	38	20
Terapéutica médica	49	26
Terapéutica médica con fuentes discretas corpusculares	55	17
Terapéutica médica con unidades de teleterapia	22	3
Investigación agrícola	2	-
Investigación industrial	2	-
Industria	-	4
Comercialización	-	2

La Comisión Nacional de Energía Atómica ha realizado diversas publicaciones en forma de impresos y folletos y ha asesorado mediante estudios en sus laboratorios a varios establecimientos industriales con los siguientes fines:

a) eliminación de cargas de electricidad estática en hilados de materiales malos conductores.

b) eliminación de cargas de electricidad estática en hilados de materiales malos conductores.

- b) medición continua de espesores de materiales plásticos laminados
- c) determinación de nivel de líquido en tanques herméticos
- d) Medición continua de espesores de metales laminados
- e) inspección no destructiva de piezas fundidas y soldaduras
- f) gammagrafía de hornos para la producción de cemento
- g) medición continua de espesores de nivel
- h) medición de caudales de cursos torrentosos
- i) estudio de impermeabilización de grafito

Las tareas que realizó la Comisión especialmente las detalladas en los puntos e y f culminaron en el diseño y construcción de equipos de gammagrafía ofrecidos en venta a los interesados para la inspección no destructiva de piezas fundidas y soldaduras. A continuación se enumeran las empresas o instituciones que solicitaron el asesoramiento de la Comisión, señalándose las consultas según los rubros antes enumerados:

- Caños Silbert (d)
- Dirección Nacional de Agua y Energía (g y h)
- Dirección Nacional de la Energía (e)
- Ducilo S.A.I.C. (a, b y c)
- Instituto Nacional de Tecnología Industrial (e)
- Loma Negra S.A. (f)
- Mellor-Combustion S.A.O. (e)

En nuestro país si la actividad privada desea construir o emplear equipos que se sirven de radioisótopos deben solicitar autorización a la Comisión Nacional de Energía Atómica la que por medio del departamento respectivo verifica las condiciones de seguridad de las instalaciones y equipos, así como la idoneidad del personal dedicado a su empleo.

La Comisión ha puesto a disposición de las empresas privadas planos y especificaciones de varios métodos usuales para su em-

pleo y ha ofrecido su asesoramiento a las mismas.

Todo nuevo diseño de los equipos debe someterse a su aprobación para asegurar su seguridad y eficiencia.

Para cumplir más acañadamente sus funciones la Comisión Nacional de Energía Atómica ha organizado cursos a los que pueden asistir profesionales y técnicos especializados. Los datos suministrados por el organismo ha permitido establecer que el 74% de los alumnos son médicos, el 9% químicos, el 6% ingenieros agrónomos, el 3% veterinarios, el 3% ingenieros civiles, el 3% técnicos y el 2% bioquímicos.

Las investigaciones que realiza la Comisión la han vinculado a diversas entidades dedicadas a la investigación biológica, con notable predominio -nuevamente- de las que se relacionen con la medicina.

Punto 4º. COMBUSTIBLES NUCLEARES.

Los principales elementos radioactivos son el uranio y el torio.

El único que se encuentra en estado natural es el uranio 235, otros materiales radioactivos se obtienen por reacciones químicas mediante el uso de los mismos.

En nuestro país la búsqueda de minerales de uranio y torio proviene de reciente data, como inmediata consecuencia de las investigaciones que se realizan en Europa y los EEUU desde hace unos veinte años.

No obstante se ha podido establecer que en nuestro país existen importantes reservas estimadas por la Comisión Nacional de Energía Atómica en 10.000 Tn. de uranio metálico.

Los yacimientos uraníferos coinciden en todos los casos con las regiones mediterráneas de nuestro país y a gran distancia de los principales centros poblados del país.

El departamento de geología y minería de la Comisión Nac. de Energía Atómica ha dividido el territorio nacional en siete zonas que no incluyen las provincias de Buenos Aires, Santa Fé, Entre Ríos, Corrientes, Misiones, Chaco y Formosa que carecen de yacimientos.

El departamento efectúa su labor por intermedio de seis delegaciones regionales ubicadas en el interior del país que se distribuyen de la siguiente manera:

<u>DELEGACION</u>	<u>ASIENTO</u>	<u>JURISDICCION (PROVINCIAS)</u>
1)Divisional Cuyo	Mendoza	Mendoza, San Juan, San Luis
2)Divisional Noroeste	Chilecito	La Rioja, Catamarca
3)Seccional Norte	Salta	Salta, Jujuy, Tucumán
4)Seccional Centro	Córdoba	Córdoba, Santiago del Estero
5)Seccional Centro Sur	Neuquén	Neuquén, Río Negro, La Pampa
6)Seccional Austral	Sarmiento	Chubut, Sta.Cruz, T.Del Fuego, Ant.

Actualmente existen yacimientos en explotación en las localidades de Estela (San Luis), San Sebastián (La Rioja), Soberanía y Huemul (Mendoza).

El mineral de uranio es procesado en sendas plantas que se encuentran en Malargüe (Mendoza) y Córdoba.

En Ezeiza, Pcia. de Bs.Aires funciona una fábrica de Uranio metálico.

En el punto siguiente consideramos las actividades de las mismas.

Para tener una idea de las reservas de mineral de uranio de nuestro país en el concierto universal se ha confeccionado el siguiente cuadro:

País	Tonelaje de mineral (Tc)	Ley media (%U308)	Contenido fino (t.c. de U308)
Suecia	3.000.000.000 (&)	0,035	1.050.000
Canadá	328.000.000 (&)	0,12	393.600
U.Sudaf.	1.050.000.000 (&)	0,025	262.500
EEUU	88.900.000 (')	0,28	248.920
Francia	--	--	(''') 61.180
India	15.700.000	0,3	47.100
Australia	10.000.000	0,15	15.000
Italia	3.000.000	0,2	6.000
CongoBelga	1.700.000	0,35	5.950
Argentina	4.400.000	0,055	2.420
Japón	1.500.000 (£)	0,05	750
Alemania Oc.	300.000 (&)	0,1	300
Finlandia	100.000 (&)	0,2	200

(') datos al 1° de julio de 1959, oficiales

('') datos, oficiales

(£) datos oficiales a Nov. de 1959

(&) datos oficiales a fines de 1959

Los datos de la Argentina son los oficiales de la CNEA a dic.59

La distribución de la producción de minerales radioactivos en nuestro país desde 1952 a 1959 surge del cuadro siguiente. Para tener una idea del valor de la producción de uranio 308 en ese período baste consignar que el departamento de materias primas de la ComNac.de Energía Atómica lo ha estimado en \$28.561.213.--.

Años	Mendoza		Rioja		San Luis	
	Mineral	ent U308 kg	Min.ent	U308 enkg	Min T	U308 kg
1952	417,5	948,7	XXX ,X	XXXX	--	---
1953	361,1	902,8	112,8	1.186,4	164,1	465,6
1954	313,7	927,0	806,1	7.597,9	432,2	1455,0
1955	1.650,1	4.766,8	442,2	2.237,6	333,2	1593,8
1956	5.580,7	16.537,8	724,3	4.904,4	78527,8	3496,6
1957	5.722,8	11.498,9	478,8	3.374,1	465,2	2950,4
1958	4.548,3	16.565,4	222,2	1.901,6	373,0	1622,9
1959	3.221,7	12.202,9	22,0	38803	350,7	1091,0
Totales	21.815,9	64.350,3	22.898,3	21.290,3	2646,2	12675,3
ley media genU308 %	0,29		0,75		0,47	

Años	Córdoba		Catamarca		Neuquén	
	Min en t	U308 en kg	=	±	=	=
1952	45,0	135,0	-	-	-	-
1953	0,0246	5,9	-	-	-	-
1954	0,0238	3,9	+	-	-	-
1955	-	-	-	-	-	-
1956	-	-	26,6	106,6	-	-
1957	-	-	-	-	140,9	517,0
1958	-	-	-	-	-	-
1959	-	-	-	-	-	-
Totales	45,0484	144,8	26,6	106,6	140,9	517,0
Ley media gen enU308%	0,32		0,40		0,36	

Resumen General de la
Producción de mineral

Años	Totales por año 1952-1959	
	mineral en t	U308 en kg
1952	462,5	1.083,7
1953	638,0	2.560,7
1954	1.552,0	9.963,8
1955	2.425,5	8.598,2
1956	6.859,4	25.045,4
1957	6.807,7	18.340,4
1958	5.143,5	20.089,9
1959	3.594,4	13.382,2
Totales	27.483,0	99.084,3
ley media general U308 %		0,36



Punto 5º. PLANTAS INDUSTRIALES.

En el programa de acción de la Comisión Nacional de Energía Atómica cuenta como principal función los procesos de elaboración de minerales nucleares.

A dicho efecto el departamento Fábricas de ese organismo mantiene en operación tres plantas experimentales precitadas que en sucesivas etapas se están convirtiendo en plantas industriales.

Al sur de Mendoza el mineral cúprico-uranífero de Cerro Hue-mul en explotación es industrializado en la fábrica de Malargüe a unos 40 km. de yacimientos. En esta planta se obtiene un con centrado de uranio de más del 75% de dicho mineral. El cobre t transformado en sulfato de cobre es empleado para otros usos en la provincia de Mendoza.

En cuanto a la planta de Córdoba ha desarrollado diversos estudios formando personal especializado. Allí se han elaborado importantes cantidades de nitrato de uranilo que abastece la plan ta metalúrgica de Ezeiza. Se construye actualmente una planta de escala semi-industrial paraprocesos minerales por agitación que permitirá el tratamiento de diversos minerales de uranio. Dicha planta servirá de ensayo para diseñar otras que se proyectan pa- ra Malargüe y otras zonas.

La planta de metalurgia de uranio de Ezeiza tiene por fina- lidad la producción de uranio metálico de pureza nuclear para satisfacer la demanda de los diversos laboratorios de la Comisión Nacional de Energía Atómica, y luego de varias etapas, para ali- mentar a los futuros reactores nucleares.

Se trata de una planta piloto imprescindible para la forma- ción de personal idóneo y la acumulación de una experiencia que permitirá operar las futuras plantas que se proyectan.

En la localidad de San Martín, Pcia. de Bs.Aires funciona desde el 20/1/58 un reactor de experimentación y adiestramiento construido por la Com.Nac. de Energía Atómica.

Punto 6º. LEGISLACION SOBRE LA MATERIA.

Contrasta con el escuálido desarrollo del uso de los radioisótopos en la Argentina la frondosidad legislativa en la materia.

Por aquello de que más es el ruido de las nueces y que más fácil es pontificar que hacer labor apostólica, poco se han usado los isótopos pero extensamente se ha hablado de ellos entre nosotros.

Por Dec-Ley 22477/del 18 de diciembre de 1956 el P.E. en ejercicio del P.Leg. reglamentó el régimen legal de comercialización para materiales nucleares, teniendo en cuenta que el Código de Minería no contemplaba estos novedosos aspectos referentes a la misma.

Específicamente en la materia que nos ocupa el dec. 22498/56 reglamentó las funciones de la Com.Nac.de Energía Atómica disponiendo en su art. 2º que la misma "tiene por objeto:

- 1) Promover y realizar estudios y aplicaciones científicas e industriales de las transmutaciones y reacciones nucleares;
- 2) fiscalizar las aplicaciones a que se refiere el inciso anterior, en cuanto sea necesario por razones de utilidad pública o para prevenir los perjuicios que pudieren causar."

Dicha Comisión proyectó un reglamento para el uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes que fúé aprobado y sancionado por dec. 842 del 24 de enero de 1958.

El reglamento regula el uso de sustancias radioactivas y su aplicación y las radiaciones provenientes de las mismas para toda clase de aplicaciones (art.1).

El art. 2º define dichos elementos y califica a los que considera peligrosos, estableciendo la competencia de la Com.Nac.de Energía Atómica (art.3), un régimen de autorizaciones exclusivamente dependiente del organismo (art.4), las normas aplicables (art.6) y la fiscalización (art. 7) siempre a cargo de la Com.

Nacional de Energía Atómica.

Específicamente el artículo 22 se refiere al empleo de radioisótopos para la investigación y el vigésimo cuarto en la industria.

El artículo 30 establece un régimen de sanciones y multas i indiscriminado.

De todo ello resulta que en nuestro país se encuentra totalmente previsto el régimen de aplicación de los radioisótopos a la industria y que las bases están dadas por obra de la acción oficial.

Por su parte, la Asociación Interamericana de Abogados en su Undécima Conferencia en Abril de 1959, aprobó una recomendación en el sentido de que se aprobara un proyecto de ley nacional tipo que regulara la posesión, la propiedad y el uso de materiales e instalaciones de energía atómica, proyecto que ya ha sido formulado.

Dicho texto legal, que es más completo y perfecto que nuestra legislación vigente se refiere también a los radioisótopos y específicamente a su empleo en la industria, como nuestro actual régimen legal confía al Estado en buena medida la acción de desarrollo de las nuevas técnicas y teniendo en cuenta la novedad y peligrosidad potencial de los métodos que norma, consagra un régimen de licencias y controles muy severos.

CAPITULO VII

CONCLUSIONES

De todo ello resulta:

I.- La aplicación de los radioisótopos a la industria supone una considerable modificación de las técnicas empleadas hasta la fecha.

II.- Los innegables beneficios económicos que la misma trae aparejada están representados por un aumento de la producción, disminución de los costos, reducción de los riesgos y de la mano de obra y mejoramiento de la calidad de los productos manufacturados.

III.- Como inmediata consecuencia de tales factores se produce un mejoramiento en las relaciones de la oferta y la demanda, mejores relaciones entre el empresario y sus dependientes.

IV.- Esta técnica se ha difundido con cierta amplitud en los países más desarrollados -vg. los EEUU- con resultados altamente satisfactorios.

V.- En la República Argentina los ensayos son recientes e incipientes, con resultados positivos poco apreciables hasta el momento.

VI.- Teniendo en cuenta la experiencia recogida en otros países cuando esta técnica industrial reemplaza a otra relativamente perfecta, los resultados son menos espectaculares; teniendo en cuenta que en nuestro país las técnicas industriales empleadas son relativamente rudimentarias, el empleo de los radioisótopos significaría un avance muy notable.

VII.- En un proceso de desarrollo industrial y económico como el ^{que} nuestro país ha emprendido, técnicas industriales que tiendan al perfeccionamiento de los procesos manufactureros tendrán innegable trascendencia.

VIII.- El esfuerzo y gastos que significan el desarrollo de tales técnicas no han de depender casi exclusivamente -como hasta la fecha- del Estado Nacional, es preciso que los industriales se compenetren de la importancia económica de las mismas y aprovechen de sus beneficios.

IX.- Si constituye una de las funciones de la Universidad -además de la docencia- la extensión de los conocimientos universitarios, es imprescindible que sus órganos y específicamente en la materia de esta tesis, la Facultad de Ciencias Económicas haga conocer a economistas e industriales la importancia del problema que nos ocupa.

La economía, como ciencia social que es, trabaja sobre presupuestos dados por otras ciencias tales como la política, la sociología, la geografía, la historia y debe tener en cuenta el ambiente, el medio material y ético sin cuyos principios no podrá salir de un plano puramente teórico.

Prueba de ello que todas las doctrinas económicas en cuanto **han sido** objeto de una aplicación concreta han debido reajustarse en una ineludible adecuación a la realidad. En cambio pretender que ésta se someta inflexiblemente a una doctrina económica presupuesta significará condenarla casi seguramente a tensiones sociales y políticas que pueden ser funestas.

Así la doctrina política y económica liberal que inspiró la constitución de los EEUU de 1787 consideraba que la esclavitud de los negros africanos constituía de por sí un mal que acarrearba a la postre un ingente perjuicio económico para la sociedad que la practicara. No obstante contemplando otros factores sociales mantuvo ese régimen repugnante, antieconómico y antifuncional aunque prohibiendo la importación de nuevos esclavos como un primer paso hacia la extinción de la institución.

En los albores de este siglo Ortega y Gasset lo calificó del

siglo de las masas, sus necesidades, su ansia de poder y superación han impreso a todas las ciencias sociales la revisión de sus principios y han impuesto soluciones que deben ser forzosamente drásticas y urgentes.

En lo que a nuestro país y sus vecinos se refiere pensadores de la talla de Salvador de Madariaga y Adlai Stevenson de tan distinta formación cultural y política, coincidieron en que la única forma de evitar que en un futuro próximo se entreguen al extremismo político depende de las soluciones que en materia económica se dé a sus pueblos.

Precisamente, técnicas industriales como las expuestas en esta tesis serán uno de los medios eficientes que concurrirán en apreciable medida a tal consecución.

Según estadísticas de las Naciones Unidas los países latinoamericanos tienen un alto grado de analfabetismo, gran índice de crecimiento vegetativo y mortalidad infantil, bajo promedio de renta anual per cápita, economía poco diversificada, frecuentemente basada en dos o tres productos de exportación exclusivamente, poco consumo de materiales de construcción y energía eléctrica por habitante, todo lo que configura el cuadro sintomatológico del sub-desarrollo.

La faz económica de muchos de estos males ha sido reconocida por todos los gobiernos de América en la última Conferencia Económica de Punta del Este del corriente año.

En qué medida incidirá el empleo de las técnicas industriales basadas a radioisótopos es imprevisible.

Como todo método nuevo su esfera de acción se va ampliando a medida que la experiencia demuestra su utilidad en los diversos campos de la investigación.

El gran historiador inglés Toynbee estima que la humanidad
... tal estado de cosas continúen por miles de años y que sin em

bargo las culturas y la ciencia producto de las mismas solo tienen a lo sumo siete mil años.

Las últimas décadas de este último período han significado para todas las ciencias exactas un progreso espectacular y constantemente acelerado de insospechadas consecuencias que se traducirán en resultados económicos de idéntica magnitud y extensión.

Así como los medios de comunicación usados hasta mediados del siglo pasado sólo permitían una velocidad media de unos 20km. por hora y actualmente se encuentran en explotación en servicio público vehículos que desarrollan hasta 40 y 60 veces más, en igual proporción el desarrollo industrial permitirá aumentos en la producción con índices semejantes.

Desgraciadamente -y aquí se demuestra una nueva incidencia extra económica- los conflictos bélicos han encaminado las iniciativas científicas casi exclusivamente al progreso de métodos que signifiquen un avance en tal sentido, ocupándose sólo tangencialmente de técnicas constructivas pero ajenas a dicho objeto.

C Cuando la humanidad comprenda que de esa forma sólo contribuye a su destrucción y se compenetre de que las ciencias por el contrario pueden ser el mas eficaz aliado de su progreso y felicidad, la aplicación de las mismas para fines pacíficos darán mayor número de posibilidades, de servicios, de tiempo ahorrado, de productos útiles y perfectos, que podrán contribuir a la felicidad de mayor número de seres humanos.

Esa debe ser la contribución de la economía al progreso del género humano, tal es su importancia y su valor, despreciar los factores económicos constituye tan grave error como suponer que los mismos determinan total y comprensivamente el destino del hombre.

CAPITULO VIII

BIBLIOGRAFIA

- Atomic Energy of Canada Limited
Handbook on radiography
- Bernat M., Csik B.J. y W. Maidana
La energía nuclear frente al problema energético
argentino. Div. Ingeniería Nuclear de la CNEA.
- Beninson, D., Etcheverry H., Mugliaroli H. y A. Placer
Blindaje para radiación gamma. CNEA RI-22 1
- Crowther J.A., Edward Arnold and. Co. Londres
Handbook of industrial radiology
- Comisión Nac. de Energía Atómica
Reglamento para el uso de radioisótopos y radia-
ciones RI-1
- Comisión Nac. de Energía Atómica. RI-2
Instrucciones para la solicitud de permisos de
uso de radioisótopos y radiaciones ionizantes
- Dietz, David
La energía atómica en la nueva era. Bs.A s.
Kraft 1948
- Dunlap, Henry A.
Atoms at your service. N.Y. Harper 1957
- Eastwood, W.S.
Uses of gamma emitting isotopes. Research 5, 1952
- Eidinoff, Maxwell Leigh
Atomics for the millions. N.Y. Wittlesey Hause
1947
- Eidinoff, Maxwell Leigh
Energía Atómica, presente, y futuro. Bs.As.
Hachette 1951
- Fermi, Laura
Atoms for the world. Univer. of Chicago Press 1957
- Gamow, George.
La investigación del átomo. México Bs.As. Edo. Cul-

- Harrison, George Russell
Atomos en acción, el mundo de la física creadora. Bs.As. Sudamericana 1946
- Hecht, Selig.
Divulgación de los misterios del Atomo. Barcelona 1957
- Inter-American Symposium on the peaceful application of nuclear energy. N.Y. 1957
- Informe del Comité Central permanente sobre los aspectos legales de los usos pacíficos de la energía atómica de la Inter-American Bar Association.
- Essard, Walter.
Atomic power, an economic and social analysis; an study in industrial location and regional economic development.
- Jackson. R.
The application of radiography to the improvement of foundry technique. The iron and Steel Institute, Londres.
- Kramish, Arnold
Atomic energy for your business today's key tomorrow's profits. N.Y. 1956
- Lang, Daniel
El hombre y el átomo. México. Intercontinental 1958.
- Lapp, Ralph Eugene.
Nuclear radiation physics. N.Y. Prentice Hall 1954.
- Laciar, Alejandro
La energía Nuclear al servicio de la economía de los estados. Tesis doctoral Féd.C.Ec.
- Morrison, A.
The Use of cobalt 60 for industrial radiography National Research Council of Canada N.R.C.2010
- Moundiroff, N.
Aplicaciones de la gammagrafía industrial Julio-Agosto 1959
- Otto Zmeskal, Harper & Brothers
Radiographic inspection of metals

- Offner W.
Inspection of pipe line welding by radiographic methods. The Oil and Gas Journal. Sept.1947
- Oficina Internacional del Trabajo
Manual de protección contra las radiaciones en la industria. Ginebra 1958
- Organismo Internacional de Energía Atómica.
Manipulación sin riesgo de los radioisótopos.
Viena 1958
- Pearl, Carleton.
La décima maravilla: energía atómica.Bs.As.Agora 1957
- Pigretti, Eduardo A.
Manual de derecho minero y de la Energía
- Papadópulos, Celso
Utilización del material radioactivo en la R.Arg.
CnN.E.A. R10.229 1958
- Papadópulos C.
Nuevos auxiliares de la industria. Energía Industrial Dic. 1958
- Schurr, San H.
Aspectos económicos de la energía atómica.Bs.As.
Fdo.Cult.Económicoa 1956
- Seemann, H.E., A.S.T.M. Bulletin
Trends in the technique of industrial radiography
Marzo de 1942
- Schubert, Yack
Radiación y radioactividad. Bs.As. Cía.Fab.Edit.
1959
- Second United Nations International Conference on the Peaceful Uses of Atomic Energy.
- Wndt, Gerald
La energía nuclear y su utilización para fines pacíficos. Paris Unesco 1955
- Revistas: American Journal of Science
American Scientist
Engineering & Mining Journal. Vol161 No.2Feb60
Informaciones. Julio 59 ABR.6elAtómico
Nuclear Science Abstracts