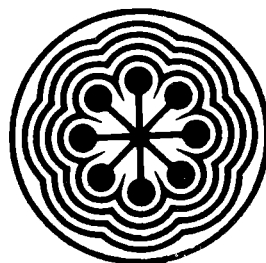




MX0600115

# **instituto nacional de investigaciones nucleares**



DESCONTAMINACION DE CARNE DE POLLO Y PUERCO  
POR IRRADIACION. TALLER REGIONAL FAO/OIEA  
PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. FACTIBILIDAD..

CENTRO DE INFORMACION Y DOCUMENTACION NUCLEAR

INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES NUCLEARES

DIRECCION DE INVESTIGACION Y DESARROLLO

DESCONTAMINACION DE CARNE DE POLLO Y PUERCO POR IRRADIACION  
TALLER REGIONAL FAO/OIEA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE. FACTIBILIDAD TECNICO-  
ECONOMICA DE LA IRRADIACION DE ALIMENTOS. CENTRO NUCLEAR, MEXICO 18-29 MAYO  
1992.

GERENCIA DE INVESTIGACION APLICADA

INFORME TECNICO IA-92-506

MAYO DE 1992.

DESCONTAMINACION DE CARNE DE POLLO Y PUERCO POR IRRADIACION.

TALLER REGIONAL FAO / OIEA.

P.C. Luna C.  
Gerencia de Investigación Aplicada  
Dirección de Investigación y Desarrollo  
Instituto Nacional de Investigaciones Nucleares

INFORME TECNICO IA-92-506

MAYO DE 1992.

TALLER REGIONAL FAO / OIEA PARA AMERICA LATINA Y EL CARIBE.  
FACTIBILIDAD TECNICO - ECONOMICA DE LA IRRADIACION DE ALIMENTOS.  
CENTRO NUCLEAR, MEXICO. 18-29 MAYO 1992.

DESCONTAMINACION DE CARNE DE POLLO Y PUERCO POR IRRADIACION

PERLA CARMINA LUNA CARBAJAL

ININ

MEXICO

## INTRODUCCION

La incidencia de enfermedades que se transmiten a través de los alimentos contaminados a nivel mundial es alto, las implicaciones de salud y productividad económica se ven afectadas notablemente; ésto no solo sucede en países subdesarrollados donde la gravedad es severa, aún en países altamente industrializados en que se siguen las más estrictas normas de seguridad higiénica también se presenta esta situación.

En México las enfermedades de origen alimentario, se encuentran entre las primeras causas de morbi-mortalidad.

El incremento y la frecuencia de las infecciones e intoxicaciones producidas por los alimentos se deben tanto a factores técnicos como sociales que son muy propios de cada país.

Estudios epidemiológicos han demostrado que la ingestión de alimentos de origen animal, constituye la causa principal en un 80 % a 90 % de los casos; los principales agentes etiológicos que causan estas enfermedades son de origen bacteriano y parasitario. La *Salmonella* es el agente causal más importante que produce enfermedades cuyos vehículos principales son los alimentos, su incidencia se ha incrementado significativamente durante los últimos 30 años; el pollo, la carne de puerco y de res son los principales agentes intermediarios de infección.

En orden de incidencia, el *Campylobacter* ocupa el segundo lugar, esta bacteria también produce serios problemas en individuos que consumen alimentos contaminados. En muchos países su incidencia supera a la salmonelosis. Otras bacterias como *Listeria Monocitógenas*, *Escherichia Coli* O157:H7; *Staphylococcus Aureus*, *Shigella*, *Yersinia Enterocolítica* *Bacillus Cereus*, *Clostridium Perfringens* *Vibrio (Parahemolitycus* y *Cholera*) son también responsables de muchas infecciones de relación alimentaria, aunque de menor importancia.

Otros organismos que causan enfermedades que involucran los alimentos, no tan inmediatos como las que son producidas por las bacterias, son los parásitos; cerca de 100 especies de éstos pueden transmitirse vía alimentos infectados, sin embargo solo

cinco de éstos están bien identificados y presentan un riesgo aún mayor que las enfermedades producidas por bacterias; según expertos de la Organización Mundial de la Salud, las enfermedades son Triquinosis, Teniasis, Toxoplasmosis, enfermedades como Anisakiasis y Opisthorchis solo se presentan en la región Asiática.

Todas estas enfermedades que involucran alimentos pueden disminuir si se aplican las correctas prácticas de manufactura en todas las etapas de la cadena de producción, manipulación, procesamiento y distribución alimenticia, sin embargo en alimentos crudos es difícil de contar con un proceso que elimine o inactive las bacterias y parásitos que causan enfermedades, sin que se afecten sus cualidades organolépticas.

Los tratamientos tradicionales como el térmico, adición de sustancias químicas, curado, ahumado, deshidratado, cocinado, asado, congelado y otros, son utilizados; sin embargo muchos microorganismos patógenos resisten a estos tratamientos.

La alternativa de proceso para conservar la calidad de los alimentos crudos, es el uso de la irradiación, este método tiene aplicaciones que otras tecnologías no pueden brindar.

Actualmente a nivel mundial, 6 países utilizan el proceso industrialmente para tratar cárnicos; con lo que respecta a legislación 37 países han aprobado el uso del proceso de irradiación de alimentos de los cuales 16 legislaciones incluyen productos de origen animal.

En este trabajo se analizarán los beneficios que presenta el proceso de irradiación en la conservación de productos cárnicos, como el pollo, carne res y carne de puerco, las implicaciones que trae consigo en cuestiones de salud y económicas.

## 2 TRATAMIENTO PRE IRRADIACION

Para mantener una buena calidad del producto, que se someterá tanto a la irradiación como a otro proceso cualquiera, (congelación, proceso térmico etc.). Se recomienda seguir el Código de Prácticas Para Pollo y Carnes Frescas (CAC/CRP 14 - 1976) y las Normas de Buenas Prácticas de Manufactura. Esto incluye, suministro de productos, sacrificio de animales solamente sanos, operaciones sanitarias de desplumado, cortes apropiados, deshuesado (si es necesario) operaciones de picado (si es necesario) etc. en la figura 31 se presenta un esquema de los pasos en que opera una planta de procesamiento de pollo.

Es muy importante que la temperatura del pollo se mantenga a la temperatura de refrigeración (0 - 5°C) antes de ser irradiado.

Cuando el producto se congela, se sugiere hacerlo después de un enfriamiento primario, se recomienda que la temperatura final del pollo sea de - 18°C y que no se someta a almacén innecesario.

Un producto refrigerado que contiene una alta contaminación microbiana, no es recomendable procesarlo por irradiación, ya que esta no incrementará la vida útil de almacén del producto.

## 3 EMPACADO

El empaqueo del alimento será previo a la irradiación; ésta es muy penetrante como se mencionó antes, esta ventaja se aprovecha para que el producto empacado y procesado por irradiación no se exponga a una nueva contaminación (Mossel 1985).

Es muy importante utilizar un empaque adecuado y seguro, Food and Drug Administration tiene aprobados 15 tipos de materiales de empaque, que pueden utilizarse para irradiar productos cárnicos con una seguridad completa de que no se

formarán productos tóxicos que puedan migrar a los alimentos en un momento dado, en la tabla XXI se presentan estos materiales (Federal Register 1968).

#### 4 TRANSPORTE Y ALMACEN PRE IRRADIACION

El principal requisito para almacén pre irradiación, es de mantener el producto a temperaturas bajas ( $0.5^{\circ}\text{C}$ ) sin congelación, el segundo, es que el período de almacén sea corto preferentemente menos de un día o bien 24 horas.

#### 5 IRRADIACION

Para tratar los productos del pollo o bien cárnicos, se recomienda que se utilice y se siga la Norma General Para Alimentos Irradiados (Codex Alimentarius, Comisión CODEX STAN 106 - 1985) y el Código Conexo de Prácticas para la Operación de Instalaciones de Irradiación usadas para tratar alimentos (CAC/RIP 19 - 4979 Rev 1).

Las dosis aplicadas a cada producto estará en función del objetivo perseguido, sin embargo es importante tener en cuenta las modificaciones organolépticas del producto al ser expuesto a esta energía. En la tabla XXII se puede observar la dosis umbral de calidad organoléptica al utilizar radiaciones ionizantes de diferentes productos (Sudarmadji and Urbain 1972).

En la tabla XXIII se indican las dosis de radiación aplicada a diferentes productos alimenticios de origen animal, éstas son recomendadas por el Grupo Consultivo Internacional sobre Irradiación de Alimentos y por Food and Drug Administration (IGCFI 1988, Federal Register 1988).

A continuación se describe la tecnología de irradiación aplicada a pollo, una vez que éste se encuentra en forma limpia, empacada y lista para irradiarse.



## 6 IRRADIADORES

### 6.1 IRRADIACION DE CAJAS CON RADIACION GAMMA

#### A TIPO CONTENEDOR DE CAJAS

Las cajas con el producto (pollo u otro cárnico ) se colocan dentro de contenedores de aluminio o fibra de vidrio (en cada uno se pueden acomodar varias cajas). Uno a uno de los contenedores son transportados automáticamente hasta el interior de la cámara de irradiación, donde ocupará diversas posiciones alrededor de la fuente, hasta que absorban la dosis de radiación necesaria. Después de haberse irradiado sale uno a uno hacia la estación de descarga (Herkert B. 1973) en la figura 32 se aprecia este concepto.

#### B. TIPO ACARREADOR

Las cajas con producto se colocan en acarreadores de Aluminio ( 3 m de altura), los acarreadores se mueven suspendidos de un monorraíl, automáticamente son introducidos en la cámara de irradiación donde cumplen su ciclo de tratamiento, después salen hasta la estación de descarga (Ouwkerk 1981) en la figura 33 se observa una planta de este tipo.

#### C. TIPO ESTIBA

En este proceso se emplean acarreadores, (bastante más

grandes que los del tipo anterior ) que admiten cajas de producto estibadas. En la estación de carga se colocan las estibas de de cajas en los acarreadores denominadas "pallet". Este acarreador es llevado al interior de la cámara de irradiación, donde circula alrededor de la fuente a una velocidad que permite al producto absorber la dosis de radiación necesaria y salir de la cámara hacia la estación de descarga (Ovwerkerk 1982) (Fíg 34).

## 6.2 IRRADIACION DE CAJAS CON HACES DE ELECTRONES

### A. CARNE DE POLLO DESHUESADA Y EMPACADA

La carne de pollo es destazada y mecánicamente deshuesada y molida ( + 8°C ), se congela posteriormente, se cortan paralelepípedos de 50 x 40 x 5 cm, se empacan en bolsas de polietileno. A continuación se colocan en una banda transportadora que las llevará hasta el barredor del haz de electrones donde reciben la dosis de radiación necesaria (Gallien 1983) como se podrá observar en las figura 35

### C. CARNE DE POLLO REFRIGERADA NORMALMENTE ( 4 GRADOS CENTIGRADOS ) Y EMPACADA.

La carne de pollo se empaca en cajas de pequeño grosor que se van colocando en una banda transportadora que las lleva hasta donde se encuentra el barredor de haz de electrones. Cada caja permanece debajo del haz de electrones por un lapso de tiempo generalmente pequeño, en la figura 35 se podrá observar este proceso (Herkert 1978).

A nivel industrial no existe un irradiador de rayos x que procese alimentos.

## 6.3 CONCEPTO BASICO DE UNA PLANTA DE IRRADIACION

## PARA CARNE DE PUERCO EN CANAL

Este diseño preliminar se bosquejó en la compañía CH2 M HILL Inc. con el fin de irradiar la carne de cerdo en canal a nivel industrial.

No se tiene detalle del diseño, este proyecto se basa en utilizar un irradiador de Cesio - 137 con capacidad para tratar el producto.

Las canales de carne de puerco son insertados en transportadores monorraíl que se moverán suspendidos hasta la cámara de irradiación en forma automática, ahí cumplirán su ciclo de tratamiento, después saldrán hasta la estación de descarga (Ferrell and Sloan 1985). En la figura 36 se presenta un esquema de este proyecto.

## 7 PRODUCTO FINAL

Los alimentos que han sido irradiados se etiquetarán indicando que se ha utilizado el proceso, es importante informar en esta etiqueta el propósito y beneficio del tratamiento; en algunos países se utiliza el símbolo universal de la irradiación como se podrá observar en la figura 37.

Los productos cárnicos, se mantendrán a temperaturas de refrigeración después de haber sido irradiados (GCHIA 1988), cuando se utilizan dosis de radurización o radicación; en caso de aplicar dosis altas o sea de radappertización, el proceso se mantiene a temperatura ambiente (Wierbicki 1986).

## 8 COSTOS DE IRRADIACION

En la tabla XXIV se presentan los costos estimados para procesar carne de pollo y carne de puerco por radiación, de acuerdo a diferentes volúmenes y dosis establecidas para inhibir el desarrollo de *Salmonella* y de *Trichina* respectivamente.

Estos costos se basaron en las capacidades de algunas plantas de producción de productos cárnicos en E.U.A. y fueron estimados tomando en cuenta algunas consideraciones técnicas como costos del componente de un irradiador (fuente o máquina; sistemas auxiliares y blindaje; maquinaria y transportadores y otros costos de capital y costos de operación).

Haciendo un análisis de cada consideración se tiene :

Fuente de irradiación

Se debe tomar en cuenta la actividad de la fuente en Curies o Bequerels.cantidad del producto que se tratará por unidad de tiempo Kg o Lb /Hora, Hora/Año etc.

Dosis requerida para llevar a cabo el efecto deseado.

Utilización neta de la eficiencia ( porcentaje de energía emitida por la fuente que es absorbida en el producto).

Con lo que respecta al blindaje y sistemas auxiliares es importante considerar:

El grosor de la pared de la cámara de irradiación (1.6 m de espesor de concreto).

La piscina que alberga la fuente ( 6 m de profundidad).

La distribución del laberinto en el cual se desplazan los acarreadores hasta llegar a la cámara de irradiación.

En la maquinaria y transportadores se debe considerar el elevador del bastidor que contiene la fuente y los contenedores que transportan el producto hasta la fuente.

En otros gastos de capital y costos operacionales se incluye terreno, mano de obra, diseño y costos de ingeniería, salarios y horario laboral, mantenimiento y conservación; suministros, utilidades, seguro, impuestos, recarga del radioisótopo o reposición de maquinaria.

Los costos unitarios del producto irradiado difieren de país a país (Morrison 1985).

En un estudio de prefactibilidad de pollo que se estimó para Brasil, el costo para irradiar este producto a una dosis media de 10 KGy es del orden del 1% del valor del producto que es aproximadamente 5.00 dólares americanos /tonelada.

## 9 COSTO - BENEFICIO DEL PROCESO DE IRRADIACION

Estimando los beneficios médicos o de productividad asociados con la prevención de enfermedades humanas transmitidas por carne de puerco, res y pollo y el papel de la irradiación, se hicieron estimaciones al respecto, llegando a la conclusión que con dosis de 0.3 KGy es suficiente para inactivar *Triquinella Spiralis* y 0.5 KGy el *Toxoplasma Gondii*; la *Salmonella* y el *Toxoplasma* se reducen a 2.5 KGy.

El tratamiento de irradiación en pollo a 2.5 KGy podría tener beneficios en la salud pública de 341 a 653 millones de dólares americanos y en carne de puerco a dosis de 0.3 KGy el costo- beneficio está entre 186 a 280 millones; en la tabla XXVI se hace una comparación de los beneficios anuales al utilizar la irradiación.

Los costos del proceso se estimaron en base a la cantidad procesada de producto por costo unitario.

Estas estimaciones indican que los costos de Salud Pública son alrededor de un billón de dólares americanos en E.U.A. para enfermedades como Salmonelosis, toxoplasmosis, Campylobacteriosis, Triquinosis y Taeniasis, pueden reducirse en un 90 % gracias al proceso de irradiación.

Este beneficio potencial está basado en la aceptación pública y compras de alimentos irradiados (Roberts 1985, Curtin 1989).

## BIBLIOGRAFIA

Codex of Practice for Fresh (CAC/RCP 11, 1976) on Frozen Meats and Poultry (CAC/CRP 14 - 1976) and Standards of Good Manufacturing Practice.

Codex Alimentarius Commission the Microbiology Safety of irradiated foods CAC.19 Rome Italy.

Norma General del Codex para Alimentos Irradiados" (1983) Codex Alimentarius.

Curtin, L. (1989), "Economic costs foodborne diseases", Taller Regional sobre el uso de la irradiación para asegurar la calidad higiénica de los alimentos. Bs. Argentina.

Farrel, M., and D.L. Sloan, (1985): "Demonstration facilities for the byproducts utilization program " Radiat Phys Chem Vol 25 No. 1-3 pp 251 -261.

FDA, (1985) Irradiation in the production processing, and handling of food. Federal register 51:13376.

FDA, (1988) Federal Register , Irradiation in the production processing and handling of food to authorize the use of gamma radiation for the treatment of pork to control *Trichinella Spiralis* and for the treatment of certain other foods 21 CFR part 179 Dec 30, 1988.

FDA, (1990) Federal Register Irradiation in the production, processing and handling of food; Final rule, approval the use of sources of ionizing radiation for the control of food-borne pathogens in poultry.

Gallien, C.L., Et. al., (1983), "Use of electron beam for decontamination of mechanically separated poultry meat", Radiation Physics and Chemistry Vol II No. 3 - 5 pp 759 - 764.

Herkert, E... (1978), "Multipurpose food irradiation" Ley -vold-Heravs, GmbH 650 Hanalmain Federal Republic of German.

ICGFI, (1988), FAO/IAEA/WHO "Provisional Guidelines for the irradiation of fresh and frozen red meats and poultry (To control pathogens)" Vienna.

Klinger, J. Et. al., (1986), "Irradiation of broiler chicken meat Israel" J. Vet Med 42, p 181 -193.

Klinger, J., and Lapidot, M, (1990), "Application of ionizing radiation to poultry and meat products ", a technical monograph. ICGFI VII /WP - 6 Consultive Group International Food Irradiation.

Kiss, I., and J., Farkas, (1982), "Radurization of whole eviscerated chicken carcass", Acta Alimentaria Academia Scientiarum Hungaricae 1, 73 -86.

Kiss, I., J., Beczner, E., Kovács, and S., Kovács, (1985), "Precommercial scale irradiation experiments with spices, vegetables and fruits", Final Report Research Agreement No. 3033/CF, Budapest, Hungary.

Mossel, D.A.A., and P.A., De Grot (1965), "The use of pasteurizing doses of gamma radiation for the destruction of Salmonellae and other Enterobacteriaceas in some foods of ion water activity. In Radiation Preservation of Foods Publication 1273. National Academy of Sciences Natural Research Council, Washington D.C. p 233 -264.

Mossel, D.A.A., and P. Van Netten, (1982), "Whiter protection of consumer against enteropathogenic bacteria on fresh meats and poultry by processing for safety food irradiation now", ISBN 90 - 247 - 2703 - 0 Printed in The Netherlands.

Mossel, D.A.A. and H. Stegeman ( 1985), "Irradiation: an effective mode of processing food for safety ", in Food Irradiation Processing, IAEA Vienna P 251 - 279.

Mossel, D.A.A., (1985), "Protección del consumidor frente a las enfermedades entericas febriles causadas por alimentos de origen animal.", IAEA, TEC DOC - 331.

Morrison, R.M., ( 1985), "Economies of scale in single - purpose food irradiation ", Food Irradiation Processing Whashington E.U.A. STI/PUB/695 IAEA 1985.

Oosterheart, W.F., (1987), "Factors of radionuclide and machines source for food irradiation", IFFIT, Training course Wageningen Netherlands.

Ovwerkerk, T., (1982), "Salmonella control in poultry through the use of gamma irradiation in combination processes", in Food Irradiation P 325- 345.

Roberts, D., (1982), "Factors contributing to outbreaks of food poisoning in England and Wales 1970 - 1979. J. Hyg. Camb. V 89. P 491 - 498 Printed Great Britain.

Roberts, T, (1985), "Microbioal pathogens in raw pork, chicken and beff : Benefit estiamtes for control using irradiation " American Journal of Agricultural Economics Vol 67 (5) 957 - 965.

Sudarmdji, S., and V.M., Urbain, (1972), "Flavour sensivity of selected animal protein foods in gamma radiatin", J. of Food Science 37: 671 - 672.

Wierbicki, E., (1984), Technical Report " Irradiation Sterilized chicken products technology, product quality feasibility", ERRC ARS Document No. 84 Available from National Technical Information Service, Springfield Va. PB 84 - 186998, 290.



TABLA XXI

MATERIALES DE EMPAQUE APROBADOS POR F.D.A.  
 PARA USARSE EN ALIMENTOS QUE SON EXPUESTOS  
 A LA RADIACION IONIZANTE

MATERIAL DE EMPAQUE	DOSIS MAXIMA (KGY)
CELOFAN TRATADO CON NITROCELULOSA	10
PELICULA DE COPOLIMERO DE CLORURO DE VINILO Y CLORURO DE VINILIDENO	10
COPOLIMERO SE CLORURO DE VINILIDE NO RECUBIERTO CON CELOFAN	10
COPOLIMERO DE VINIL ACETATO DE CLORURO DE VINILO CON O SIN ADITIVOS	60
PELICULAS DE GOMAS HIDROCLORADAS	10
COPOLIMERO ALQUENO -ETILENO	10
PELICULA POLIETILENICA	10
PELICULA DE NYLON 6	10
PELICULA DE POLIESTIRENO	10
PELICULA TEREFTALATO DE POLIETINENO	10

FUENTE: CODE OF FEDERAL REGULATION 21 PART 170 TO 199  
 F.D.A. (1987).

TABLA XXII

DOSIS LIMITE DE IRRADIACION PARA ALIMENTOS  
DE ORIGEN ANIMAL (UMBRAL ORGANOLEPTICO)

ALIMENTO	DOSIS LIMITE ( KGY )
PUERCO	1.5
CARNE DE VACUNO	2.5
POLLO	2.5
PAVO	1.5
OVEJA	6.25

FUENTE : SUDARMADJI AND URBAIN 1972.

TABLA XXIII

DOSIS RECOMENDADAS POR EL GRUPO CONSULTIVO INTERNACIONAL  
SOBRE IRRADIACION DE ALIMENTOS Y POR F.D.A. PARA LOS  
PRODUCTOS ALIMENTICIOS DE ORIGEN ANIMAL.

PROCESO	ALIMENTO	DOSIS (KGY)
RADURIZACION	POLLO Y CARNES ROJAS	1 - 2.5
RADICIDACION	POLLO Y CARNES ROJAS	3.0
DESPARASITACION		
DE TRIQUINA	CARNE DE PUERCO	0.3
RADAPPERTIZACION	CARNICOS	50.0

FUENTE : GCHIA 1988; F.D.A. 1987,1990.

TABLA XXIV

COSTOS DE IRRADIACION

ALIMENTO Y PRODUCCION EN LA PLANTA (MILLON DE LIERAS)	DOSIS (KGY)	COSTO UNITARIO ( C/LB)
POLLO		
52	2.5	1.6
104	2.5	1.3
208	2.5	1.0
416	2.5	0.9
CARNE DE PUERCO		
66.5	0.7	0.7
133	0.7	0.4
26	0.7	0.3
532	0.7	0.9

FUENTE: CURTIN 1989.

TABLA XXV  
 COSTOS COMPARATIVOS DE POLLO IRRADIADO EN IRRADIADO  
 EN IRRADIADORES DE COBALTO - 60 Y ACELERADORES

ALIMENTO/PRODUCCION	Co-60	ACELERADOR
POLLO	C/LB	C/LB
52	1.3	1.2
104	1.1	0.7
208	0.89	0.53
416	0.86	0.51

FUENTE : CURTIN 1989.

TABLA XXVI

COMPARACION DE BENEFICIO ACTUAL CONTRA COSTO

PRODUCTO	BENEFICIO	COSTO DEL PROCESO	C/B	BENEFICIO NETO
	<u>MILLONES DE DOLARES</u>			
PUERCO	180 - 280	50	2.3-3.5	106-200
POLLO	341 - 653	155	2.2-4.2	186-498

FUENTE: CURTIN 1989.

TABLA XXVII

EFFECTO DE LA IRRADIACION SOBRE LA CALIDAD MICROBIOLOGICA  
DEL POLLO CONGELADO

ORGANISMO	LOG UFC / G				
	REFRIGERACION °C	RADIACION DOSIS (KGY)			
		1	2	3	4
BACT. MESOFILICAS	6.8	5.8	4.6	4.1	3.5
BACT. PSICROFILICAS	5.8	5.7	4.0	<1.8	<1.8
ENTEROBACTERIAS	5.5	2.8	1.0	0.4	0.4
LACTOBACILLUS	6.0	4.1	4.2	3.1	2.8
STREPTOCOCCO LANCIFIELD	5.1	3.7	3.9	3.2	<2.0
STAPHYLOCCUS AUREUS	4.6	2.2	<0.5	<0.5	<0.5

FUENTE PRACHASITTHISAKDI ET AL 1985.

TABLA XXVIII

ENERGIA UTILIZADA ( K JOULES /KG) ASOCIADA CON  
DIFERENTES METODOS DE PROCESAMIENTO EN POLLO

PRODUCTO	ENERGIA KJ / KG
POLLO CRUDO CORTADO Y REFRIGERADO (-5°C)	17,760
POLLO CRUDO CORTADO REFR. Y RADURIZADO	17,860
POLLO CRUDO CORTADO CONGELADO	46,600
ROLLO DE POLLO COCIDO CONGELADO	27,550
CARNE DE POLLO ENLATADA (COCIDA CON CALOR)	20,180
ROLLO DE POLLO COCIDO Y RADAPPERTIZADO	14,460
SERVICIO INDIVIDUAL DE POLLO COCIDO Y RADAPPERTIZADO	15,460

FUENTE: A. BRYNJOLFSON 1978.

TABLA XXIX

COSTO BENEFICIO DE MEDIDAS DE CONTROL PARA EVITAR LAS  
ENFERMEDADES QUE SE TRANSMITEN A TRAVES DE LOS ALIMENTOS

MEDIDAS DE CONTROL	EFFECTIVIDAD %	COSTOS \$ 1,000,000	BENEFICIO E.U.A.
HUEVOS DE CRIA LIMPIOS	40	4.0	13
COMIDA LIMPIA	80	8.0	10
CRIADEROS LIMPIOS	40	8.0	9
DIOXIDO DE CLORO	50	1.5	27
PROCESAMIENTO LIMPIO	80	1.0	10
IRRADIACION	100	20.0	55
EDUCACION A AMAS DE CASA	5	0.5	8.0
EDUCACION EN RESTAURANTES	16	2.0	11.0

FUENTE : CURTIN 1989.

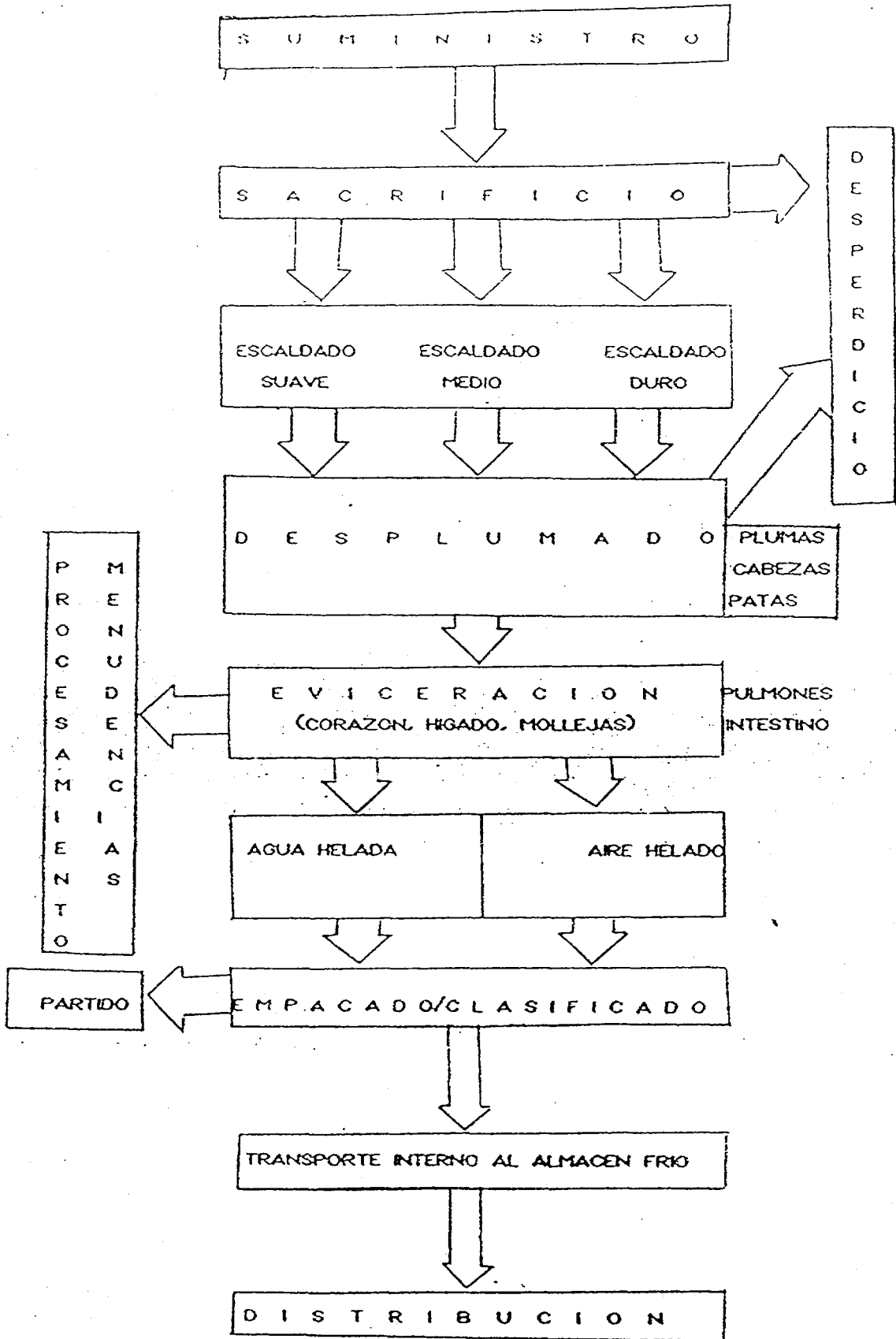


FIGURA 31; PROCESAMIENTO INDUSTRIAL DE POLLO

FUENTE MULDER 1987.

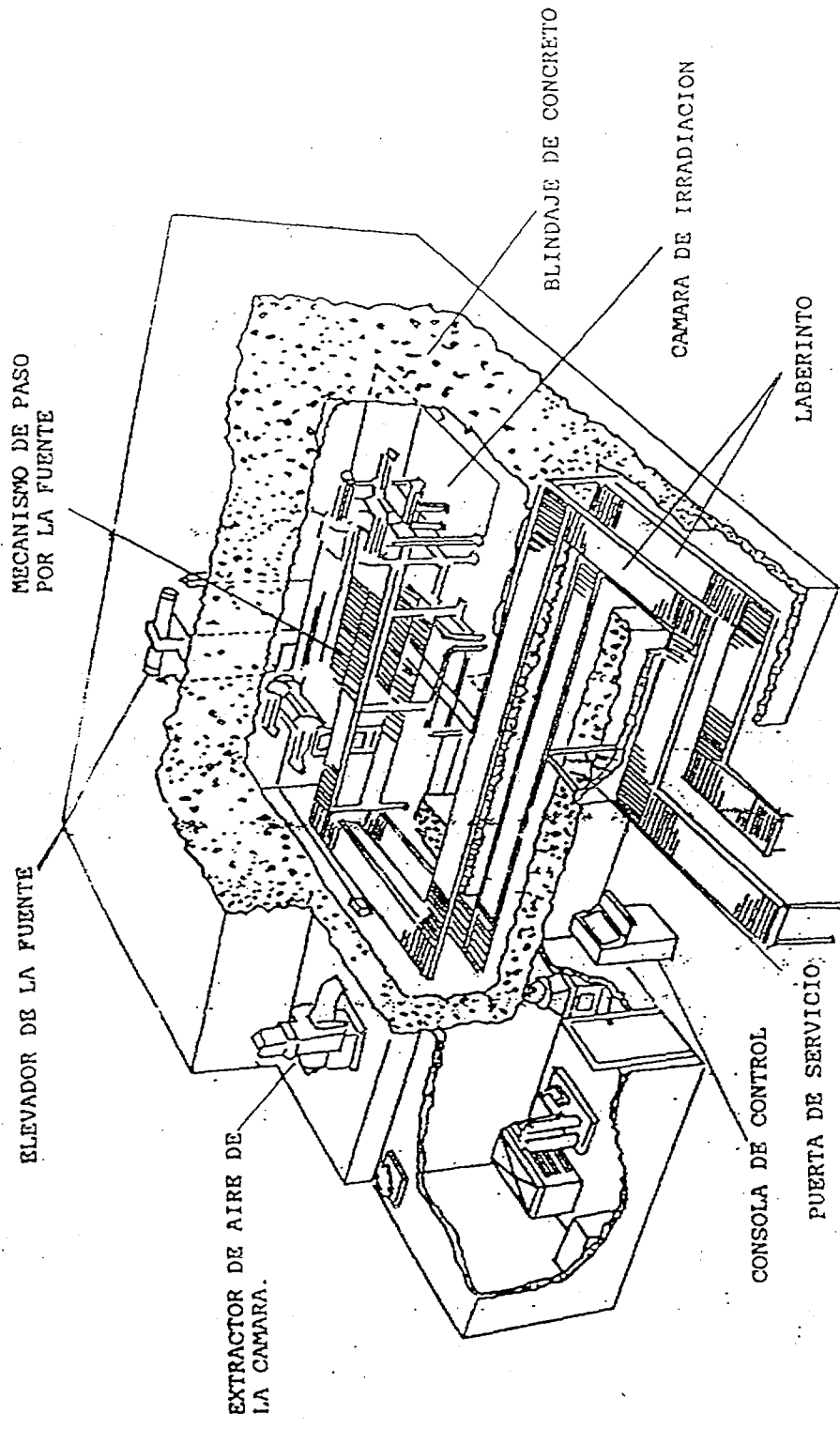


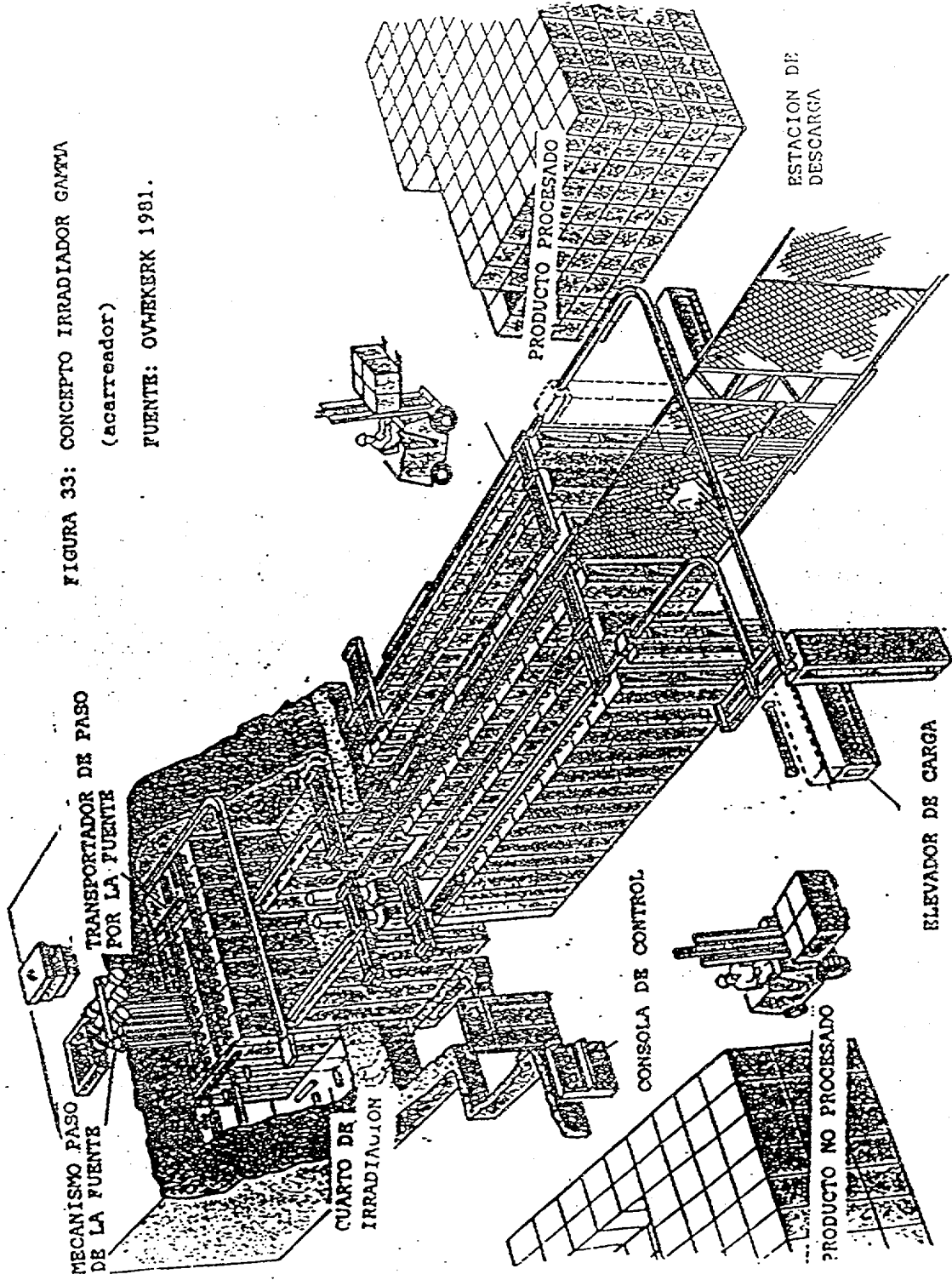
FIGURA 32: CONCEPTO DE IRRADIADOR GAMMA (contenedores de aluminio)

FUENTE: OVVPRKPK 1981



FIGURA 33: CONCEPTO IRRADIADOR GAMMA  
(acarreador)

FUENTE: OVHEKERK 1981.



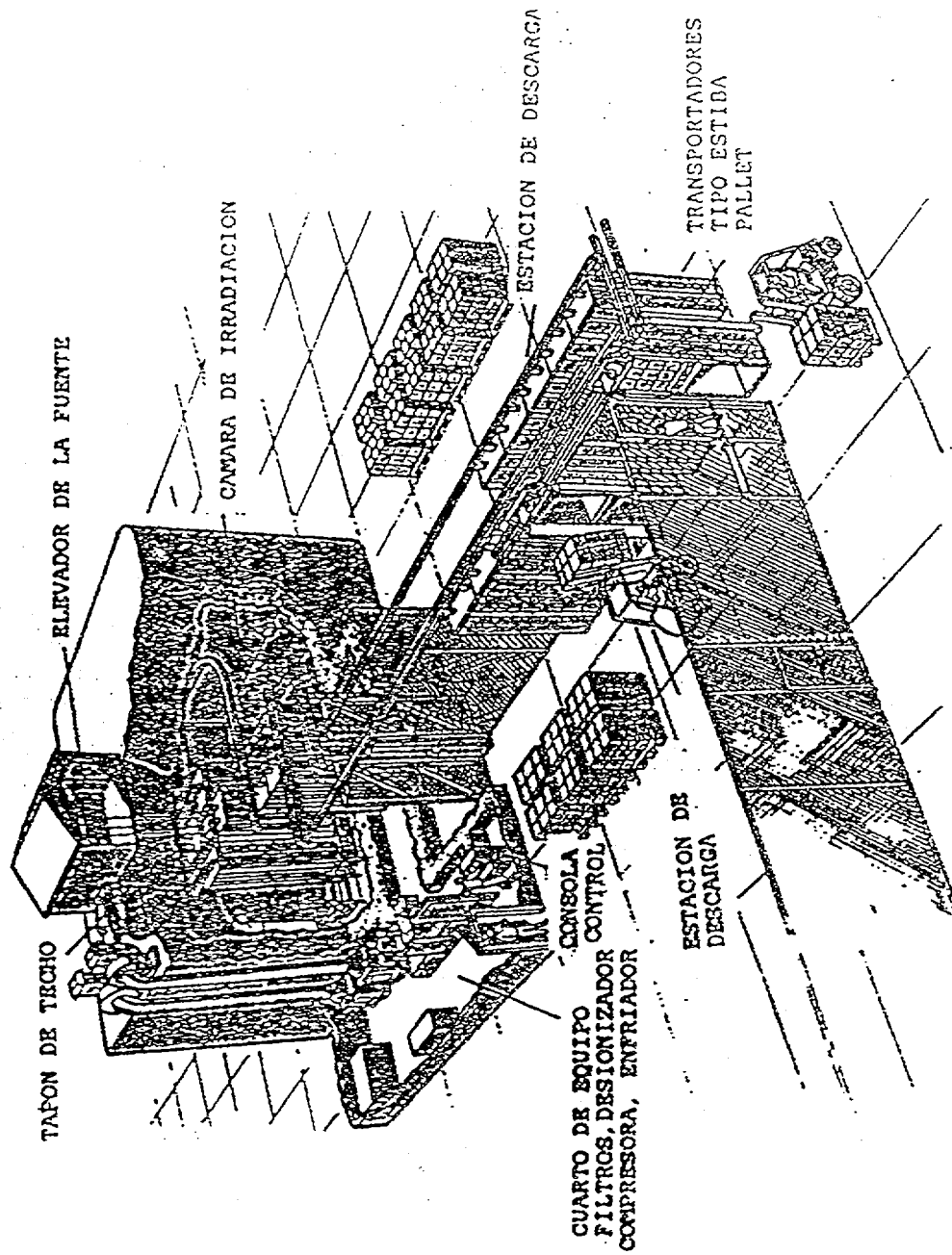


FIGURA 34: CONCEPTO IRRADIADOR GANSA  
(tipo estiba)

FUENTE OYERKERK 1981.

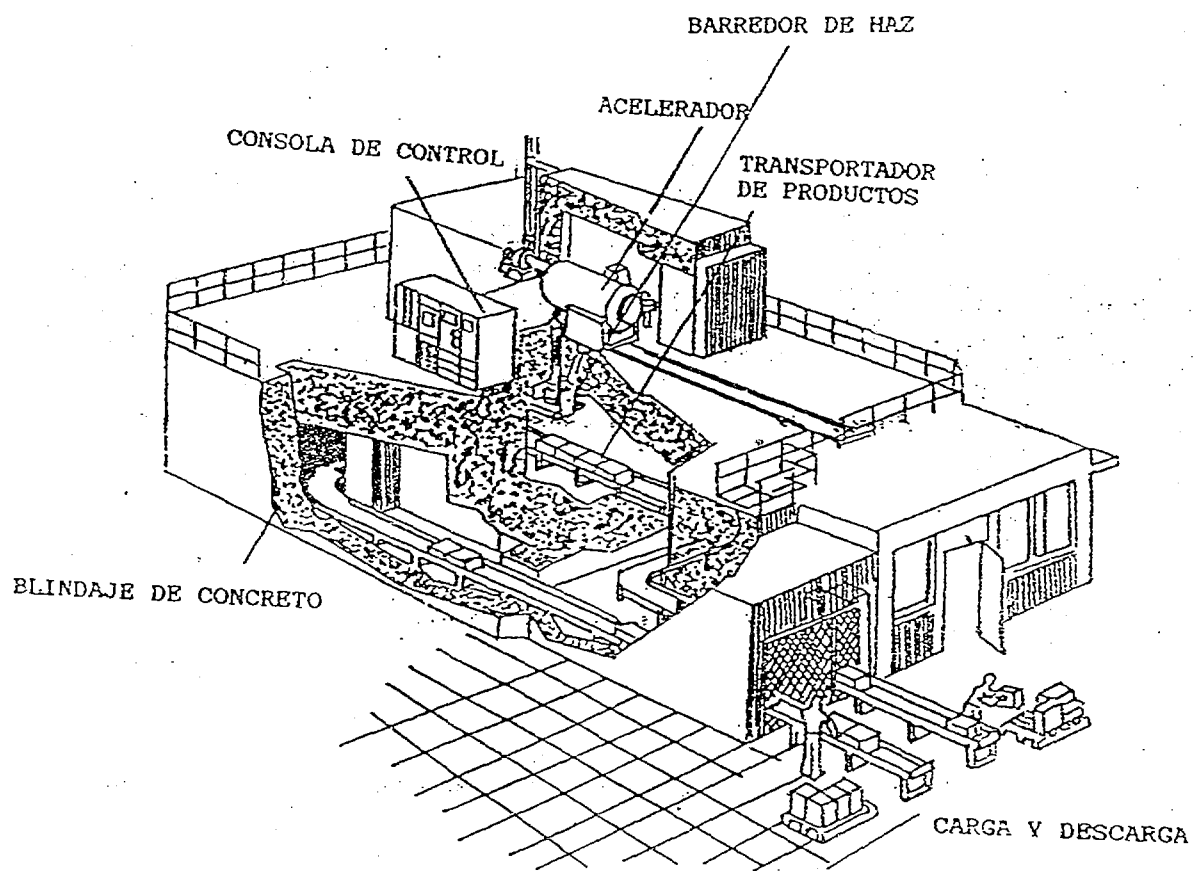


FIGURA 35: ESQUEMA DE UN IRRADIADOR CON ACELERADOR DE ELECTRONES FUENTE: Gallien 1983.

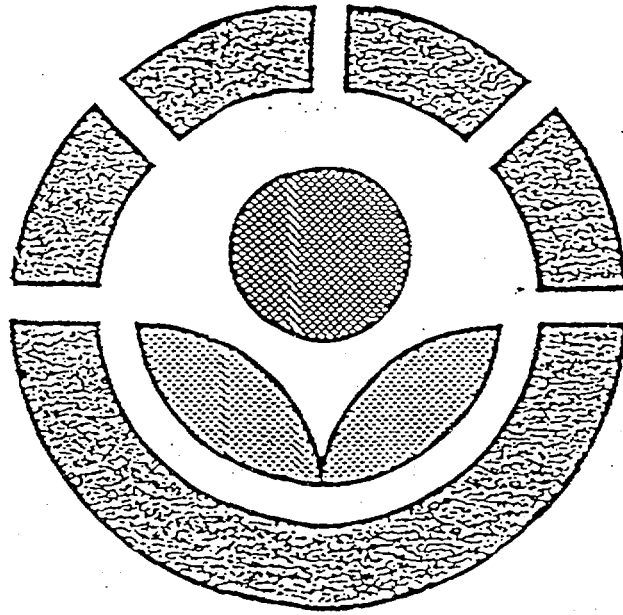


FIGURA37: SIMBOLO UNIVERSAL DE IRRADIACION DE ALIMENTOS.

FUENTE: GCIIA 1988.