



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50<sup>th</sup> anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



**TOGETHER**  
*for a sustainable future*

## DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

## FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

## CONTACT

Please contact [publications@unido.org](mailto:publications@unido.org) for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at [www.unido.org](http://www.unido.org)



05913



Distr. LIMITADA

ID/WG.188/3

8 noviembre 1974

ESPAÑOL

Original: INGLES

Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial

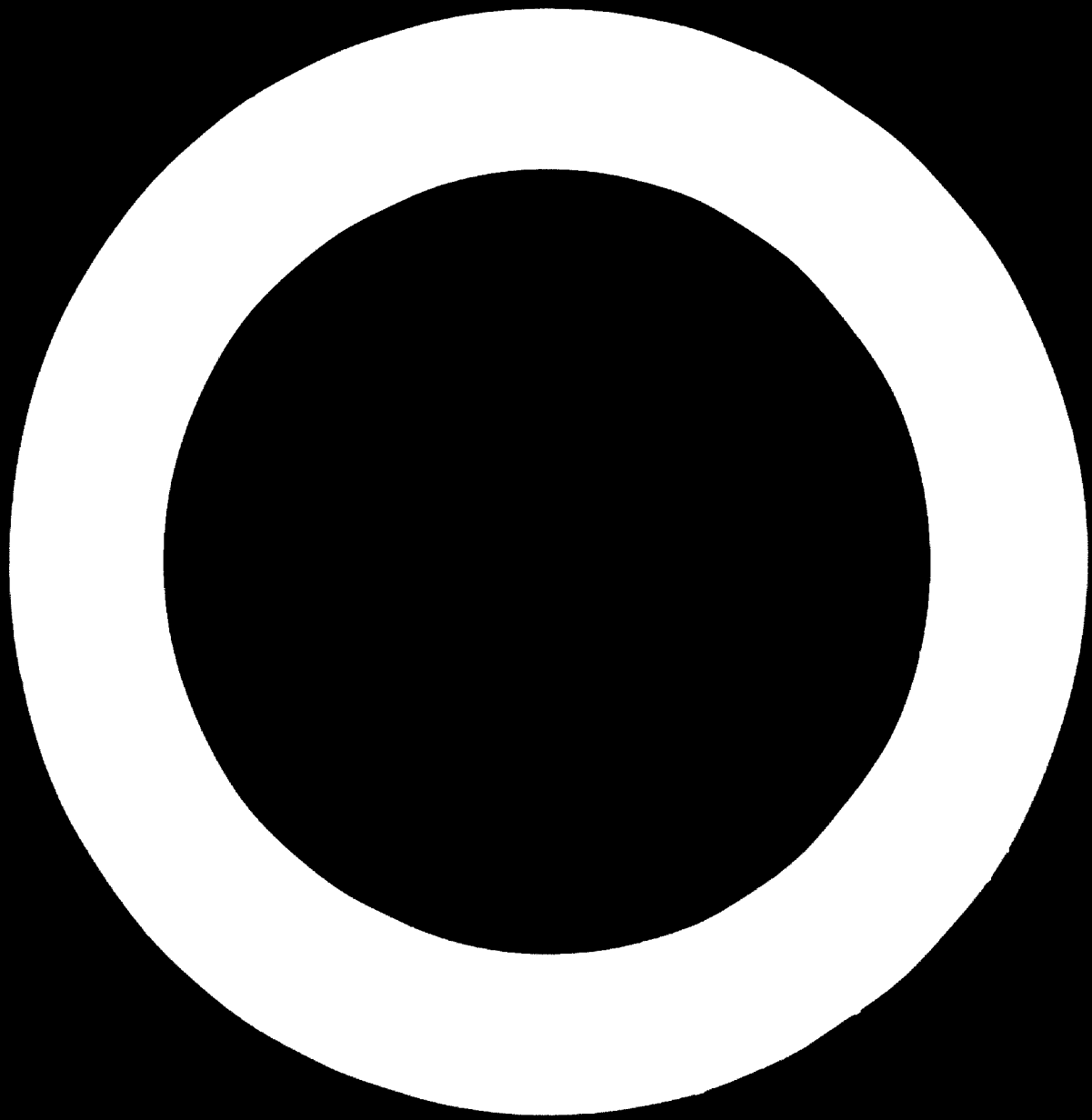
---

05913

**INFORME DE LA REUNION DE EXPERTOS SOBRE EL ESTUDIO COMPARATIVO  
DE PRODUCTOS SINTETICOS Y PRODUCTOS NATURALES**

Viena, 16-20 de septiembre de 1974

We regret that some of the pages in the microfiche copy of this report may not be up to the proper legibility standards even though the best possible copy was used for preparing the master fiche.



## INDICE

	<u>Página</u>
NOTA EXPLICATIVA	2
INTRODUCCION	4
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	5
 <u>Capítulos</u>	
I. ORGANIZACION DE LA REUNION	10
II. PRODUCCION DE CAUCHO BRUTO	15
A. Antecedentes	15
B. Efectos sobre el medio ambiente	19
III. FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO	24
A. Antecedentes	24
B. Efectos sobre el medio ambiente	25
IV. ELIMINACION DE PRODUCTOS USADOS	27
V. POLITICA DE LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION	30
 <u>ANEXO</u>	
PROGRAMA DE LA REUNION Y TITULOS DE LAS MEMORIAS PRESENTADAS	31

### NOTA EXPLICATIVA

En el contexto del presente informe, el término 'medio ambiente' designa todo tipo de condiciones físicas exteriores que influyen sobre la salud y el bienestar del ser humano y de otros organismos vivientes que de alguna manera se ven modificados por la presencia de la industria del caucho por la utilización y eliminación de sus productos. Se ha estudiado la repercusión de la industria del caucho sobre el medio ambiente desde el punto de vista de los efectos que causa en la población (por ejemplo, contaminación del aire, del agua y del suelo, ruido, etc.) y en los trabajadores de esa industria (por ejemplo, exposición al efecto de sustancias tóxicas y al ruido). En general, esos efectos se suelen evaluar desde el punto de vista económico, pero también pueden tener consecuencias sociales y políticas importantes.

Toda unidad de producción, ya sea una fábrica o una plantación, plantea problemas ambientales propios que varían según los procedimientos utilizados, los materiales empleados y la ubicación de las instalaciones. En el presente estudio se pueden identificar tan sólo los problemas que ocurren con más frecuencia y que se suelen reconocer como tales. La magnitud del problema depende de los posibles riesgos inherentes, de las medidas correctivas adoptadas y de la vulnerabilidad del medio ambiente de que se trate.

Para los fines del presente estudio, se ha limitado el número de los productos de la industria del caucho sintético (SR) a los principales tipos que se fabrican en grandes cantidades y que son de aplicación general, a saber: el copolímero butadieno estireno (SBR), el polibutadieno (BR) y el polisopreno (IR). No se han considerado los cauchos especiales, como el butilo o el neopreno, que juntos representan aproximadamente el 14% de la producción total, pero su exclusión no parece afectar de ninguna manera las conclusiones alcanzadas. También para los fines del presente estudio, se ha considerado que la industria del caucho sintético no solamente incluye las plantas de polimerización, sino también las que producen los monómeros destinados a servir de insumos, a saber: butadieno, estireno e isopreno; sin embargo, el estudio no se extiende a la elaboración de las materias primas necesarias para la producción de estos monómeros. Se ha considerado que la industria productora de caucho natural abarca tanto las operaciones de cultivo como las instalaciones que se requieren para obtener caucho seco a partir del látex.

Se han utilizado las siguientes abreviaturas:

BR	-	polibutadieno
IR	-	poliisopreno
NR	-	caucho natural
SR	-	estireno-butadieno
SR	-	caucho sintético
IISPP	-	Instituto Internacional de Productores de Caucho Sintético
IRSO	-	Grupo Internacional de Estudios sobre el Caucho

## INTRODUCCION

En muchas partes del mundo, las personas reflexivas y clarividentes vienen sintiendo honda preocupación por el creciente deterioro del medio ambiente a que ha dado lugar el proceso de desarrollo industrial, y últimamente se han lanzado voces de alarma desde muchos sitios. En 1972, la Conferencia de Estocolmo sobre el Medio Humano condujo a la creación de un nuevo organismo de las Naciones Unidas, el Programa de Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), que se encargaría de poner en práctica las recomendaciones de dicha reunión. El PNUMA elaboró un plan de acción, agrupando las recomendaciones por sectores independientes, y decidió pedir a la ONUDI que estableciera, en amplia colaboración con el PNUMA, un programa integrado para la industria, que comprendiera aspectos comerciales y económicos así como la transmisión de la tecnología, y cuyo objetivo central fuera estimular el desarrollo industrial de los países sin destruir su medio ambiente. Está reconocido que hoy en día el verdadero problema de los países de desarrollo no es la contaminación sino el mejoramiento de su nivel de vida a través del desarrollo industrial; sin embargo, en lo que respecta al futuro, es esencial que esos países no caigan en los errores cometidos por los países industrialmente avanzados en su proceso de desarrollo.

Uno de los proyectos conjuntos ONUDI/PNUMA (UNEP O/02-73-005, UNIDO EP/INT/73-005), titulado "Estudio comparativo de los productos sintéticos y los productos naturales: proyecto piloto sobre la industria del caucho", tiene por objeto estudiar la interacción entre los factores tecnológicos, económicos y ambientales en la industria del caucho, y la medida en que las consideraciones ambientales deben influir en la elección entre la producción de caucho natural y la de caucho sintético, entre diversas técnicas de fabricación, y entre la eliminación o el reciclaje de desechos. Con este proyecto piloto se pretende orientar la preparación en el futuro de estudios similares sobre otros productos naturales y sintéticos.

Expertos de distintas ramas de la industria del caucho celebraron en abril de 1974 una reunión preparatoria, en que formularon recomendaciones con respecto a la estructura básica del estudio, identificaron las fuentes de los diversos insumos y datos necesarios para el estudio, y fijaron las contribuciones que otros organismos y organizaciones internacionales podrían aportar para la elaboración del mismo. Siguiendo esas recomendaciones, se contrataron expertos para que llevaran a cabo estudios detallados sobre aspectos concretos de la materia. Esos estudios fueron examinados en la Reunión de expertos celebrada en Viena del 15 al 20 de septiembre de 1974. En el presente informe se da a conocer en forma resumida las deliberaciones, conclusiones y recomendaciones de esa reunión.



## CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### Conclusiones

1. Desde el punto de vista del medio ambiente, la producción del caucho natural tiene las ventajas siguientes:
  - a) es menos destructiva para los recursos no renovables;
  - b) requiere grandes recursos de mano de obra por lo que permite la creación de empleo en los países en desarrollo;
  - c) el cultivo del árbol del caucho en grandes superficies tiene un efecto purificador para el aire;
  - d) permite evitar los efectos adversos de la deforestación que suele acompañar a la industrialización.
2. Parece ser que la concentración de contaminantes en los desechos acuosos liberados en el medio ambiente por las fábricas de caucho natural, que no suelen poseer instalaciones de tratamiento, es más elevada que en las fábricas de caucho sintético, la mayoría de las cuales tienen equipo de tratamiento en dos etapas. Es necesario, pues, reunir más información sobre la naturaleza y cantidad de los efluentes acuosos procedentes de la producción del caucho natural y efectuar investigaciones sobre métodos de tratamiento factibles desde el punto de vista económico. Sin embargo, es evidente que el problema del tratamiento de desechos es mucho más sencillo en la producción del caucho natural que en la del caucho sintético.
3. Desde el punto de vista social o político, el crecimiento de la producción del caucho natural puede verse restringido por la escasa disponibilidad de capital y de terrenos adecuados, ya que el capital puede utilizarse más bien para fines de industrialización y los terrenos para la producción de alimentos.
4. Desde el punto de vista económico, el caucho natural se puede producir, en una plantación que funcione en forma eficiente, a un costo igual al del caucho sintético, o menor. Esta ventaja relativa aumentará a medida que suban los precios del petróleo, que mejoren los métodos económicos de cultivo del caucho, y que se logre una mayor difusión de éstos.
5. Aunque la producción del caucho natural aumente en forma más rápida que en el pasado y aunque la demanda total del caucho disminuya ligeramente debido a la fabricación de vehículos más pequeños, neumáticos zunchados (de construcción radial), etc., de todos modos seguirá siendo necesario aumentar considerablemente en el futuro la producción de caucho sintético.

6. Al seleccionar los tipos de caucho sintético para cuya producción se establezcan fábricas en el futuro, se deben tener en cuenta los procesos que requieren un consumo mínimo de recursos no renovables.
7. En el futuro se generalizará la aplicación de reglamentaciones más estrictas para la lucha contra la contaminación provocada por las industrias de producción y de transformación del caucho; sin embargo, los gastos que represente la aplicación de medidas satisfactorias contra la contaminación no repercutirán seriamente en el costo de fabricación de productos de caucho.
8. No existe una diferencia considerable entre el caucho natural y el caucho sintético en lo referente a la contaminación proveniente de la manufactura de productos.
9. Una forma ideal para conservar mejor los recursos naturales es perfeccionar el aprovechamiento de los productos de desecho del caucho, por ejemplo, mediante operaciones de recauchutaje o recuperación.

#### Recomendaciones

##### Grupo de trabajo 1: Producción de cauchos brutos

1. Evidentemente, la producción de caucho natural permite conservar mejor los recursos no renovables, puesto que las materias primas utilizadas son todas renovables. Si se estudia la futura demanda mundial de caucho, es evidente que es preciso aumentar considerablemente las zonas destinadas al cultivo de esta planta y obtener rendimientos más elevados en las zonas existentes. Tiene, por lo tanto, capital importancia la transmisión de conocimientos sobre las técnicas encaminadas a lograr mayores rendimientos.
2. Los organismos internacionales competentes deben explorar las posibilidades de aumentar el cultivo, teniendo en cuenta los efectos que ello podría acarrear para la producción de alimentos.
3. Las organizaciones como la FAO y el Banco Mundial, al mismo tiempo que intensifican sus actividades encaminadas a obtener mayores rendimientos en las zonas actualmente cultivadas, deben también considerar seriamente los problemas de abastecimiento, fijación de precios y comercialización.
4. Se vienen realizando investigaciones sobre la utilización de subproductos tales como la madera del árbol del caucho, sus semillas y el serum, pero, a este respecto, se debe dar aun más importancia al aspecto del medio ambiente.

Grupo de trabajo 2: Fabricación de productos de caucho

Fabricación de productos

1. Se recomienda vigilar el estado de salud de los obreros y el ambiente de trabajo para garantizar el mantenimiento de condiciones de trabajo saludables.
2. Los nuevos productos químicos destinados a la industria de fabricación de productos de caucho deben ser sometidos a pruebas más rigurosas para comprobar si constituyen riesgos para la salud.
3. Se recomienda que la ONUDI informe a todos los gobiernos sobre la necesidad de adoptar normas apropiadas, como los reglamentos de la Food and Drug Administration, de los Estados Unidos, y los de la República Federal de Alemania con respecto a la utilización de productos de caucho para la elaboración de alimentos y para el envasado de alimentos y de productos farmacéuticos. Las organizaciones de las Naciones Unidas deben hacer esfuerzos por coordinar y transmitir al mundo entero información disponible sobre los riesgos que esa utilización de los productos de caucho pueden suponer para la salud.
4. Toda nueva fábrica debe ubicarse en sitios alejados de las zonas residenciales a fin de reducir las molestias ocasionadas por la industria y la contaminación del aire que ésta provoca. Se debe estimular la instalación de equipo destinado a mitigar los efectos de la contaminación en las plantas, según diseños bien concebidos, como también la adopción de prácticas eficaces de administración de fábricas.

Eliminación de productos usados

1. Puesto que los productos usados, particularmente los neumáticos, son causa de problemas ambientales, para su eliminación es preciso elegir uno de los métodos existentes, a saber: recuperación, pirólisis o incineración, después de considerar sus aspectos económicos.
2. Se carece de estadísticas y de información sobre la actual producción mundial y la futura demanda de caucho de recuperación. La ONUDI debe recopilar estos datos y elaborar proyecciones a base de los mismos.
3. El método que se aplica actualmente para la recuperación provoca la contaminación del medio ambiente. Como es probable que aumente la futura demanda de caucho, la ONUDI debe estimular la investigación y las inversiones destinadas a mejorar la calidad y la

eficacia de los procedimientos de recuperación, para tratar de reducir los problemas planteados por la eliminación de desechos. Debido al alza de los precios del petróleo y a otros factores, se puede prever que el valor del caucho de recuperación aumente en el futuro.

4. La ONUDI debe promover la realización de estudios para determinar los costos y los métodos más eficaces de recoger, transportar y almacenar productos de caucho fuera de uso. Concretamente, se debe considerar la posibilidad de introducir el concepto de almacenamiento de desechos de caucho en el plano nacional como medio de crear almacenes de materias primas destinadas a un reciclaje futuro. Se deben someter a estudio diversos incentivos, tales como subsidios y disposiciones gubernamentales.

### Grupo de trabajo 3: Política de lucha contra la contaminación

1. Como parte de un programa internacional global, se recomienda tomar medidas para promover la colocación de etiquetas de precaución en el transporte y utilización de los productos químicos utilizados en la industria del caucho, y considerar la posible necesidad de llegar a un acuerdo en el plano internacional con respecto a la prohibición del empleo de ciertos productos químicos que, según se ha demostrado, presentan riesgos para la salud o para el medio ambiente.

2. Se recomienda que en todos los países se legisle en materia de medio ambiente. Cada país podrá entonces dictar reglamentos detallados para aplicarlos a un nivel apropiado, teniendo en cuenta las leyes y códigos existentes. Tal legislación debe aplicarse también a la industria del caucho, si bien ésta no se encuentra entre las más contaminantes.

3. Mediante evaluaciones de riesgo en función de la viabilidad económica, se debe obtener información sobre la relación entre el nivel de contaminación y los daños sufridos, a fin de establecer una base para elaborar criterios internacionales de protección del medio ambiente aplicables a la industria del caucho. Una vez que esas relaciones hayan sido determinadas de común acuerdo, los países podrán seleccionar libremente las normas que convengan a sus propias circunstancias. (La Organización Internacional de Unificación de Normas da un ejemplo de ese criterio en su publicación titulada "Assessment of occupational noise exposure for hearing conservation purposes", R1999.1971.)

4. Se debe establecer un servicio central de información sobre el medio ambiente para que la suministre a todos los países. Este servicio recogería la información de organizaciones especializadas en las diversas esferas de la industria. Todo sistema internacional de tramitación de consultas debe comprender una sección sobre el caucho.
5. Los informes presentados por los consultores representan únicamente un estudio general del problema del medio ambiente. Se debe encargar a expertos la preparación de un estudio profundo y detallado de los efectos que la industria del caucho produce en el medio ambiente en una o dos zonas geográficas delimitadas.
6. Se ha preparado ya un estudio comparativo de los riesgos que la producción de caucho natural y de caucho sintético representa para el medio ambiente; sin embargo, se debe ampliar este estudio con el concurso de un grupo multidisciplinario de expertos especialmente seleccionados, que trabaje en estrecha colaboración con empresas de esos dos sectores industriales a fin de llevar a cabo estudios detallados de casos concretos en esas dos esferas.
7. Cuando se conozcan los resultados de la labor realizada por otros organismos, el mismo grupo deberá estudiar los efectos en forma global.
8. Conviene efectuar estudios de costo/beneficio relativos a la producción de caucho bruto. A efectos de análisis, se debe seleccionar un ejemplo concreto, como la ubicación de una planta de caucho sintético en un país en desarrollo.
9. En las primeras etapas de planificación de una nueva fábrica, se debe efectuar un estudio del medio ambiente a fin de evaluar los posibles efectos que dicha fábrica cause en el medio ambiente.

## I. ORGANIZACION DE LA REUNION

A la reunión, que se inauguró en la mañana del 10 de septiembre, asistieron nueve participantes y observadores, incluidos seis expertos procedentes de Egipto, Francia, India, Malasia, Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte y Sri Lanka, especializados en investigación y desarrollo tecnológico de la producción de caucho natural, producción de caucho sintético y fabricación de productos a partir de ambos tipos de caucho. También estuvieron presentes un representante de la FAO y uno de la UNCTAD. Además de los funcionarios de la Secretaría de la ONUDI, un grupo de cuatro consultores, especializados en diferentes esferas de la industria del caucho, asistieron con el fin de presentar memorias a la reunión y tomar parte en sus deliberaciones.

El Sr. M.F. El-Deky, de Egipto, fue elegido Presidente; el Sr. O.S. Peiris, de Sri Lanka, Vicepresidente; y el Sr. A.V. Abraham, consultor de la ONUDI, Relator.

La reunión se inició con una declaración del funcionario encargado de la División de Tecnología Industrial de la ONUDI, quien, después de dar la bienvenida a los participantes, hizo una recapitulación de la trayectoria de la reunión desde la Conferencia de Estocolmo hasta el momento en que se inició el proyecto sobre la industria del caucho, que constituye la primera iniciativa conjunta ONUDI/PNUMA en la esfera del medio ambiente. El orador expuso que el estudio abarcaba los aspectos técnicos e industriales de la evaluación ecológico-económica comparada del caucho sintético y del caucho natural, y citó otras esferas en que se realizaban estudios similares. También mencionó una reunión muy exitosa celebrada recientemente en Helsinki sobre la contaminación del medio ambiente causada por las fábricas de fertilizantes y las fábricas de ácido para usos industriales. El Sr. Verghese también se refirió brevemente a las actividades de la ONUDI desde su iniciación en 1967, a su interés en la esfera del caucho y a las reuniones celebradas, una en Viena, en marzo de 1972, sobre tendencias futuras de la producción de caucho natural y de caucho sintético y la competencia entre ambos, y otra en Snagov (Rumania), en junio de 1972, sobre el desarrollo de la industria de caucho sintético. Para terminar, expresó su satisfacción por la presencia de representantes de otras organizaciones de las Naciones Unidas, cuya cooperación representaba un estímulo para la ONUDI en esta actividad.

A continuación dirigió la palabra a la Reunión el Jefe de la Sección de Técnicas Industriales Generales de la ONUDI. Describió la labor que la sección a su cargo realizaba en estrecha colaboración con el PNUMA. Señaló que el origen de esas

actividades se remontaba a la reunión de Estocolmo, en la que se elaboró para el PNUMA un programa planificado en la esfera de la protección del medio ambiente. El programa conjunto ONUDI/PNUMA se basaba en el concepto primordial de que en ninguna circunstancia se debía detener el desarrollo industrial para proteger el medio ambiente, pero que la repercusión de la industrialización en el medio ambiente se evaluaría como factor importante de la etapa de estudios previos a la adopción de decisiones. Hizo hincapié en las ventajas que suponía contar con una serie de industrias diferentes dentro de un complejo, de manera que los desechos de una industria pudieran utilizarse como materias primas de otras o sirvieran para neutralizar los desechos de otra, lo cual permitiría reducir los costos de la lucha contra la contaminación. También informó a la reunión sobre los estudios que venía efectuando la sección a su cargo sobre los efectos que las industrias siderúrgica, del cemento, de productos químicos y textil producían en el medio ambiente.

El orador señaló que la finalidad de la reunión era evaluar los méritos relativos de la producción y utilización de caucho natural y de caucho sintético, desde el punto de vista de su repercusión sobre el medio ambiente. Sugirió que se formularan recomendaciones para la preparación de un plan de acción, una vez examinados los cuatro principales aspectos de interés, a saber: económicos, tecnológicos, ecológicos y comerciales.

#### Aspectos económicos

- a) Un estudio económico de costo/beneficio para cada tipo de producción, incluidos los costos y beneficios derivados de factores externos sociales y ambientales;
- b) La estructura de la oferta, particularmente el grado de concentración de la producción dentro de una zona geográfica, determinada con miras a determinar si un usuario depende exageradamente de una sola región para el abastecimiento de determinado producto, y el riesgo de desquiciamiento de las industrias que tal concentración entraña. ¿Qué medidas pueden adoptarse para asegurar la estabilidad de la oferta?
- c) La estructura de la demanda, incluidas las proyecciones futuras de cada tipo de caucho.

### Aspectos tecnológicos

- a) Agricultura - ¿Qué consecuencias acarrea para los países productores, especialmente para los países en desarrollo, la intensificación de la producción de caucho natural, teniendo en cuenta la alta densidad de mano de obra que caracteriza este cultivo? ¿Qué otras posibilidades existen para utilizar los terrenos que se prestan bien para el cultivo del caucho?
- b) Síntesis - ¿Qué repercusiones tiene la expansión de la producción de caucho sintético, teniendo en cuenta la alta densidad de capital que caracteriza su elaboración y los costos relativamente altos de la materias primas?

### Aspectos ecológicos

¿Cuáles son los efectos de los centros de producción de caucho natural y de caucho sintético para los sistemas ecológicos en que se hallan ubicados?

### Aspectos comerciales

- a) ¿Cómo afectaría al comercio el dominio absoluto de la producción de caucho natural sobre la de caucho sintético, o viceversa?
- b) ¿Cómo afectaría a los países productores de caucho natural que la producción de caucho natural o de caucho sintético alcanzara una posición dominante?
- c) ¿Conviene establecer un sistema de cuotas? ¿Qué medidas se requerirían para lograr un grado razonable de competencia en los mercados mundiales del caucho si se estableciera un sistema semejante?

El Sr. A. Dumitrescu de la ONUDI, que era oficial a cargo de la reunión, se refirió a los progresos logrados en la recopilación de información y datos pertinentes, hecha en cooperación con un grupo de consultores, cuyas memorias se presentarían en la reunión. Dio las gracias a los participantes de Egipto, India, Malasia y Sri Lanka por haber hecho a la ONUDI considerables aportaciones de datos e información sobre los efectos que las industrias del caucho han producido en el medio ambiente de sus respectivos países. El Sr. Dumitrescu sugirió a los participantes que formaran grupos de trabajo por sectores de especialización, una vez que se presentaran las memorias de los consultores y los estudios por países.

El Sr. Dumitrescu invitó a los participantes a que asistieran a la proyección de una película sonora en color, de 12 minutos de duración (obtenida por cortesía de Malaysian Rubber Fund. Board) sobre las instalaciones de producción de Standard Malaysian Rubber.



La representante de la FAO hizo una breve declaración para destacar el interés de la FAO en la producción y posición competitiva del caucho natural. La FAO estimaba que el caucho natural tenía un porvenir muy brillante, pues un estudio reciente sobre la repercusión de la crisis energética indicaba que su posición competitiva se había robustecido de manera especial. La oradora indicó las tendencias futuras de los precios del caucho sintético, utilizando como base los datos correspondientes a finales de 1972, fecha en que el petróleo crudo se vendía a 1,85 dólares por barril CIF Rotterdam, y suponiendo que el precio del petróleo crudo correspondiente a 1980 sería algo más elevado que el precio actual. En ese caso, el precio del estireno-butadieno aumentaría en un 160 a 180%; el del polibutadieno, en un 200%; y el del polisopreno, en un 200 a 300%. Esas cifras provenían de proyecciones efectuadas por el INSG para 1980, ya que las proyecciones de la FAO, que se venían preparando en colaboración con el Banco Mundial, no estarían listas sino a fines de 1974 o a mediados de 1975. En todo caso, los resultados de la comparación de costos demostraban que el caucho natural tenía por delante un futuro muy brillante y que los países productores harían bien en dar prioridad a las medidas tendientes a aumentar considerablemente su producción para 1985. La FAO estaría en condiciones de proporcionar una estimación razonable únicamente cuando tuviera la oportunidad de examinar planes similares elaborados por los distintos países.

El representante de la UNCTAD señaló a la atención de la reunión el proyecto UNCTAD/PNUMA relativo al costo de las medidas de lucha contra la contaminación y a su repercusión sobre la competitividad de los productos naturales y los sintéticos, de entre los cuales el caucho natural y el caucho sintético no eran más que un caso. Manifestó que proporcionaría a la ONUDI los datos sobre el costo cuando estuvieran disponibles, probablemente a mediados de 1975. Mencionó que el proyecto UNCTAD/PNUMA se inició a base de reglamentaciones gubernamentales, en tanto que la labor de la ONUDI se basaba en un concepto de matriz industrial, en que los contaminantes de una industria se utilizaban como materias primas para otras industrias. El proyecto permitiría la medición de los costos de lucha contra la contaminación en refinerías de petróleo crudo, y en la fabricación de productos químicos orgánicos y de productos sintéticos. Estos costos se considerarían como aumentos de precio y afectarían la competitividad de los productos naturales y los productos sintéticos, asunto que se tratará en la segunda parte del estudio.

También se refirió a la labor de la UNCTAD en relación con el acceso a los mercados y las políticas de fijación de precios, y mencionó la posibilidad de efectuar un estudio sobre políticas de productos básicos que fueran aplicables al caucho, estudio que podría iniciarse en 1955. Insistiendo en el alcance del proyecto ONUDI/PNUFA, manifestó que la reunión debería pronunciarse sobre los problemas decisivos y formular recomendaciones de política a la industria del caucho y a los gobiernos.

Una vez presentadas las memorias y después del correspondiente debate en sesión plenaria, la reunión prosiguió sus deliberaciones dividida en tres grupos de trabajo que se encargaron de los temas siguientes: 1) elaboración de caucho bruto; 2) fabricación de productos manufacturados y reciclaje de productos usados; y 3) política de lucha contra la contaminación. La composición de los grupos fue la siguiente:

- 1) Elaboración de caucho bruto: B. Agostini-Bennet, Jefe de Grupo  
J.H. Dunn  
E.T. Marshall  
C.K.H. Fair  
O.S. Peries  
P.O. Thomas
  
- 2) Fabricación de productos y reciclaje de productos usados: M. Fathy El-Poky, Jefe de Grupo  
J. Carmichael  
P. Kuzmany  
A. Rucker  
B. Whittaker
  
- 3) Política de lucha contra la contaminación: Chin Peng Sung, Jefe de Grupo  
H. Dotts  
D.P. Elliott  
R.J. Sherwood

Los grupos se reunieron separadamente, examinaron las memorias presentadas por los consultores, y sometieron sus conclusiones y recomendaciones a debate general en sesión plenaria. En continuación, los grupos volvieron a deliberar separadamente, y luego se presentaron las recomendaciones finales que fueron examinadas, enmendadas y aprobadas en la última sesión plenaria. Los capítulos II, III, IV y V del presente informe se basan en las ideas presentadas en las memorias, con las modificaciones introducidas en la Reunión después de examinadas.

## II. PRODUCCION DE CAUCHO BRUTO

### A. Antecedentes

#### 1. Necesidades mundiales de caucho

Antes de la segunda guerra mundial, el caucho natural (CN) era la única fuente de materia prima de la industria de artículos de caucho, que experimentaba un crecimiento satisfactorio. Las dificultades de abastecimiento provocadas por la guerra dieron lugar a la creación de la industria del caucho sintético (CS) "instantáneo". Acabada la guerra, el CN recuperó pronto su nivel anterior de producción, y siguió creciendo a una tasa anual del 3 al 4%. Esta tasa no bastaba para atender las enormes necesidades de la industria de artículos de caucho, teniendo que recurrirse al CS, cuya producción aumentó con rapidez. En 1973, el CS cubría el 67% de las necesidades mundiales de caucho bruto, necesidades que totalizaron 10,4 millones de toneladas, incluidas las estimaciones correspondientes a Europa oriental y China. El consumo de CN ascendió a 3,4 millones de toneladas, lo que era el triple del período de preguerra.

El Grupo Internacional de Estudios sobre el Caucho ha pronosticado que de aquí a 1980 la tasa anual de crecimiento del consumo total de caucho pasará a ser del 4,7%, frente a la tasa del 6,8% que ha venido manteniéndose durante los últimos diez años. Esta prevista disminución se debe principalmente al efecto de los elevados precios del petróleo en el diseño de los automóviles y en los hábitos de conducir. En todo caso, en 1980 las necesidades mundiales vendrán a ser de 15 a 17 millones de toneladas, un tercio de cuya cifra, es decir 5 ó 6 millones de toneladas, corresponderá al CN. Si se proyecta a 1990 la tasa de crecimiento más lento, el total de las necesidades mundiales se situaría entre los 23 y 25 millones de toneladas. Si las condiciones fueran favorables, el CN permitiría atender entonces hasta un 40% de estas necesidades, o sea, 9 ó 10 millones de toneladas. La diferencia de 14 a 15 millones de toneladas, que habrá de cubrirse mediante CS, todavía representa un aumento considerable respecto del actual nivel de unos 7 millones de toneladas.

#### 2. Utilización de reservas

El análisis de las necesidades de materiales y de energía de los diversos tipos de caucho bruto revela que el CN se obtiene básicamente de una fuente renovable, el látex vegetal, mientras que el caucho sintético depende casi en su totalidad de una fuente

no renovable, como son los hidrocarburos fósiles. El CN depende relativamente poco de fuentes no renovables, que consisten primordialmente en hidrocarburos fósiles utilizados para producir fertilizantes y la energía que necesitan las fábricas transformadoras, además de pequeñas cantidades de productos químicos no renovables que se emplean para estimular el crecimiento del árbol y para la preservación y coagulación del látex.

Por otra parte, las principales materias primas de los cauchos sintéticos se obtienen casi por completo del petróleo, fuente no renovable. Aunque parte del jabón necesario para la producción de caucho de estireno-butadieno (SBR) podría considerarse renovable en gran medida, muchos de los otros productos químicos orgánicos e inorgánicos necesarios para iniciar, controlar y detener la polimerización, coagular el látex, inhibir el producto contra la oxidación, etc., se obtienen básicamente de recursos no renovables. Un balance de recursos demuestra que para producir una tonelada del CS más barato, es decir, el SBR diluido con aceite (tipo 1712), se precisan unas 3.5 toneladas de petróleo bruto o su equivalente. De esta cantidad de equivalente de petróleo bruto, alrededor del 42% se necesita como materia prima, y el 58% restante para producir la energía destinada a accionar motores, calentar alambiques y secadores, etc. Gran parte de esta última necesidad de energía podría atenderse empleando, en lugar de petróleo, carbón o energía atómica para generar vapor y fuerza.

Los otros cauchos sintéticos principales, el SBR no diluido con aceite, el BR (polibutadieno) y el IR (poliisopreno), requieren algo más de recursos no renovables que el SBR diluido con aceite, pero no existe ningún CS que posea una ventaja realmente importante en cuanto a conservación de recursos, pese a la existencia de algunas otras tecnologías posibles. Una excepción a esto entrañaría la fermentación de productos agrícolas tales como granos o melazas, a fin de obtener las materias primas necesarias para la fabricación de butadieno o isopreno. Hablando en general, no resulta económico, por comparación con los productos químicos obtenidos del petróleo, transformar en materias primas químicas, productos agrícolas que pueden ser utilizados como alimentos. Para la obtención de IR se tiende a utilizar más recursos que para otros cauchos sintéticos debido a la complejidad básica de su materia prima, el isopreno. Si al considerar esta tendencia se tiene en cuenta que el IR no posee ninguna ventaja técnica sobre el CS, se llega a la conclusión de que, desde el punto de vista ambiental, el IR es el menos conveniente de los principales cauchos sintéticos.

Contrariamente al CS, el CN sólo requiere unas 0,3 toneladas de equivalente de petróleo bruto, aunque puede que se precisen mayores cantidades a medida que se vayan optimizando y difundiendo la aplicación de fertilizantes y otras prácticas agronómicas.

Existen otras dos diferencias importantes entre el CN y los cauchos sintéticos, las que se refieren al aprovechamiento de la tierra y a las necesidades de mano de obra. Pueden fabricarse fácilmente 100.000 toneladas anuales de CS en 40 hectáreas de tierra improductiva, con una fuerza de trabajo de 300 personas, mientras que para obtener la misma cantidad de CN se requerirían por lo menos 40.000 hectáreas sembradas de árboles de gran rendimiento y el empleo de unas 100.000 personas. En aquellos países en que se disponga de tierras y de mano de obra adecuadas, las condiciones sociales y políticas darán una dimensión adicional a los factores tecnocónicos, cuando se examine la conveniencia de aumentar la producción y el empleo de CN.

Otra forma de optimizar la utilización de recursos en la industria del caucho consiste en aprovechar al máximo los subproductos. En la fabricación de CS no se desecha ningún subproducto importante, con la posible excepción del azufre en los gases de combustión. Los principales subproductos obtenidos en la producción del CN son el suero de látex y semillas y madera del árbol del caucho. El suero resulta útil como medio de crecimiento para microorganismos y como fertilizante. Para sus distintos constituyentes pueden encontrarse otras aplicaciones adicionales. Las semillas producen un aceite insaturado útil para la fabricación de pintura y de harina adecuada para la alimentación de animales. La madera de árboles viejos posee excelentes propiedades para la fabricación de muebles y de papel.

### 8. Costos de producción

#### Costos económicos

Resulta difícil comparar con exactitud los costos de producción del CN y del CS debido al carácter privado de tal información. En más, a causa de la confusión reinante en las industrias químicas y del petróleo, los precios recientes no corresponden a los que deberían haberse fijado para atraer nuevas inversiones con vistas a una mayor expansión. Sin embargo, como puede verse por la información disponible, los costos del CN y del CS fueron muy competitivos en el período inmediatamente anterior a la crisis energética. La subida del precio del petróleo en 1973 ha entusiasmado claramente la producción de CN, al determinar un aumento considerable de los costos de producción del CS, si bien con un efecto escaso sobre el costo de producción del CN. Otro factor

favorable al CN es que en la producción de CS las perspectivas de obtener mayores economías son pequeñas; en cambio, las perspectivas son enormes en el caso del CN, si se emplean variedades de árboles de mayor rendimiento, se mejoren las prácticas agronómicas y se fomenta la producción química. La barrera principal que impide disminuir de manera importante los costos del CN y aumentar sensiblemente su suministro, parece residir en las dificultades para transferir los resultados de estas prácticas agrícolas a zonas grandes actualmente en cultivo, y sobre todo a los minifundistas.

#### Ventajas y desventajas externas

Para poder establecer debidamente una comparación, también deben tenerse en cuenta las ventajas y desventajas de carácter externo, que no suelen considerarse en las evaluaciones puramente financieras. Tales ventajas pueden ser de orden material y estético, pues con la construcción de la nueva planta industrial podría estropearse el paisaje; de orden pecuniario, si determina un aumento de las operaciones comerciales de algún negocio local; o de orden social, por los efectos beneficiosos que surta el aumento de los puestos de trabajo en la zona en que se construya la planta. Sería útil un análisis costos-beneficio completo de los efectos externos que el aumento de la producción de CN o de CS podría tener sobre el medio ambiente, pero tal estudio resultaría costoso.

#### 4. Elección del tipo de caucho

De lo anteriormente expuesto se desprende que:

- a) El CN puede producirse a un costo tan barato como el CS, y su costo puede ser incluso más ventajoso en el futuro debido al creciente aumento de los precios del petróleo y a las notables mejoras que para entonces se habrán introducido en las prácticas agronómicas;
- b) La fabricación del CN resulta considerablemente menos destructiva de recursos no renovables que la de cualquier CS;
- c) Desde el punto de vista técnico, el CN permite atender por lo menos el 40% de las necesidades mundiales de caucho.

Parecería conveniente, por tanto, estimular el máximo empleo de CN. Con prioridad y asistencia suficientes, parece posible doblar la producción de CN entre 1980 y 1990.

Si para ello se requerirán terrenos agrícolas existentes y se contará con la mano de obra barata necesaria, son cuestiones que habrían de estudiarse. El resto de las necesidades mundiales tendría que cubrirse mediante la producción adicional de CS y el reciclaje de productos de caucho.

### B. Efectos sobre el medio ambiente

Resulta difícil efectuar una comparación directa de los efectos ambientales del CS y del CN en la fase de producción. La de CN es una operación típicamente agrícola, mientras que la fabricación de CS es una actividad muy industrializada. La producción de CN tiene lugar en zonas muy dispersas de países en desarrollo tropicales, mientras que la fabricación de CS es una operación muy concentrada que se realiza de manera primordial en países desarrollados, donde ha de concederse mucha mayor importancia a los efectos ambientales adversos y a los efectos sobre la salud a largo plazo. En todo caso, cada instalación tiene sus propios problemas debido a circunstancias particulares, y a menudo estos problemas no permiten hacer generalizaciones.

#### 1. Contaminación del aire

Tanto en el caso del CN como en el del CS, la mayor fuente de posibles contaminantes del aire la constituyen los materiales utilizados a fin de suministrar la energía necesaria para realizar los procesos correspondientes. La producción de CS requiere 10 veces más vapor, energía y gas combustible que la del CN. Tales necesidades se atienden de ordinario a base de petróleo, que se quema en condiciones cuidadosamente controladas para reducir al mínimo la producción de monóxido de carbono, óxidos de nitrógeno, ceniza volante, etc. Por lo que al medio ambiente se refiere, carecen de importancia las cantidades de estos materiales que puedan desprenderse de unas instalaciones de calentamiento eficaces. El principal contaminante posible es el dióxido de azufre, cuya cantidad está directamente relacionada con el contenido de azufre del combustible utilizado. En muchas zonas industrializadas es obligatorio el empleo de combustibles pobres en azufre. En todo caso, las chimeneas suelen ser lo suficientemente elevadas como para evitar problemas locales. Cabe señalar que la energía necesaria para la producción de CN y de CS puede obtenerse de fuentes distintas del petróleo: el carbón, la hidroelectricidad, la energía atómica, etc. Si se utilizan en el futuro materias primas ricas en azufre, bien sea carbón o petróleo, puede que se requiera equipo de desulfuración y de recuperación del azufre. La venta del azufre recuperado puede compensar con creces el costo de la operación de desulfuración.

Las fábricas de CS también pueden contaminar el aire por la pérdida de hidrocarburos a causa de fugas o descargas de emergencia. Los hidrocarburos de bajo peso molecular, tales como el butadieno, son gases a temperatura y presión normales, por lo que suelen manipularse como líquidos a presión. Por razones de economía y de seguridad, así como para evitar la contaminación, se procura evitar las fugas en torno a los pozos de bombas, los vástagos de válvula, etc. En las fábricas eficazmente controladas, las pérdidas se reducen a niveles muy bajos.

En las fábricas de CN y en las de CS, los olores desagradables pueden plantear problemas. En el caso del CS, los malos olores pueden deberse a algunos de los polímeros líquidos formados inadvertidamente en las tuberías, depósitos, etc., o a la regeneración de catalizadores en las instalaciones de las materias primas; en el caso del CN, pueden obedecer a la putrefacción de las materias orgánicas contenidas en el suero resultante tras la coagulación. El empleo de prácticas operacionales acortadas permite resolver ambos problemas en forma satisfactoria.

## 2. Contaminación del agua

El principal efecto físico ambiental de la producción de CN y de CS se relaciona con la contaminación del agua. Ambos cauchos requieren la utilización de considerables cantidades de agua (importante recurso industrial), y en ambos casos se desprende mucha agua contaminada, que se debe eliminar. Excepto en la producción a escala muy pequeña, se requiere algún método de tratamiento de las aguas para mejorar la calidad del efluente. El grado en que esto sea necesario depende de la escala de producción, de los procesos empleados y de la cantidad de agua producida. En el punto en que los efluentes se vierten en el agua receptora, depende de la naturaleza y de la cantidad de ésta, de los usos a que se destine y de otras consideraciones ecológicas, tales como el valor que la comunidad atribuya a los aspectos de recreo o de conservación. Los límites aceptables para la descarga de productos residuales en las aguas superficiales sólo pueden fijarse en relación a las condiciones locales, teniendo en cuenta los factores mencionados.

En cuanto al CN, la principal fuente de posible contaminación del agua la constituye la descarga del suero restante tras la coagulación y retiro del caucho contenido en el látex, al que se añade el agua utilizada para el posterior lavado y limpieza del grumo coagulado. El látex natural es una dispersión acuosa que contiene alrededor de un 30% de hidrocarburo de CN, más cantidades importantes de materias que no son caucho, tales como proteínas, lípidos, quebrachitol, sales inorgánicas, etc. Algunas de estas materias



acaban por integrarse en el propio CN como parte del proceso de recuperación, pero en su mayor parte están contenidas en el suero efluente. El efluente del CN también contiene la mayor parte de los productos químicos utilizados como agentes preservativos (amoníaco, por ejemplo) y coagulantes (como ácido fórmico). Se están investigando algunas iniciativas prometedoras para que los constituyentes que no son caucho se aprovechen como medios de cultivo, fertilizantes, etc. Mientras tanto, el Instituto Malayo de Investigaciones sobre el Caucho ha demostrado que un sistema de tratamiento de estabilización anaeróbica reduce eficazmente a niveles aceptables la gran demanda de oxígeno de los efluentes de CN, y a un costo muy módico, pues representa alrededor del 3% de las inversiones en una planta de elaboración de caucho.

En el caso del CS, los posibles contaminantes del agua proceden principalmente del gran número de productos químicos orgánicos e inorgánicos utilizados en el proceso de elaboración, como catalisadores, diluyentes, modificadores de reacción, inhibidores de oxidación, agentes de extracción y absorción, coagulantes, neutralizadores, emulsionantes, etc. Algunos de estos productos químicos, tales como los emulsionantes del jabón y los inhibidores de oxidación del látex de SBR, acaban en gran parte como ingredientes del propio CS producido. Algunos de los catalisadores, como el utilizado para la deshidrogenación de benceno etílico, son sólidos y se utilizan como relleno de tierras o se devuelven por reciclaje al fabricante del catalizador, pero el grueso de los productos químicos van a parar a las aguas residuales, en unión de algunas fugas de aceite, látex, etc.

Para que el tratamiento de las aguas sea eficaz, es necesario separar las diversas corrientes de efluentes (por ejemplo, las aguas de lluvia, el agua del proceso, el agua de refrigeración), tratar cada una de ellas de una manera óptima antes de descargarla en un desagüe común, y controlar cada operación con cuidado. El grado del tratamiento no sólo dependerá de la escala y de la naturaleza del proceso de fabricación, sino también de la índole de las aguas adonde vayan a parar los efluentes. La experiencia viene demostrando que los efluentes de CS pueden tratarse en forma satisfactoria a un costo módico. En los Estados Unidos de América, el Organismo para la Protección del Medio Ambiente (OPMA) realizó en 1973 un estudio sobre casi todas las fábricas de CS. Los resultados demostraron que un tratamiento satisfactorio de las aguas a base de la "mejor tecnología disponible" (que se ajuste a las normas de una manera más estricta que las tecnologías actuales) determinaría un aumento de hasta un 1,5% en los precios

del CS, según el producto y el equipo ya instalado. Los cálculos efectuados demuestran que, incluso si el costo total de la lucha contra la contaminación en una fábrica de CS asciende al 10% de las inversiones totales (lo que representa una estimación muy generosa), el precio de venta de cada libra sólo experimentaría un aumento de aproximadamente 0,5 centavos de dólar. El estudio del OPIA señala que las plantas de CS existentes en los Estados Unidos ya disponen, en todo o en su mayor parte, del equipo que se considera necesario para la lucha contra la contaminación. En dicho estudio se llega, por tanto, a la conclusión de que la adopción de nuevas medidas para combatir la contaminación no tendrá un efecto adverso en el crecimiento de la industria del CS.

El estudio del OPIA sobre la industria del CS de los Estados Unidos, y un estudio un tanto similar sobre la producción del CN en Malasia, permiten llegar a la conclusión de que la posible descarga potencial de residuos acuosos sin tratar procedentes de la producción de CN es algo mayor que en el caso del CS -en operaciones comparables- si se calcula a base de los criterios de las demandas química y biológica de oxígeno del agua convencional, si bien la descarga potencial de sólidos en suspensión es menor en el caso del CN. Evaluada mediante los tres criterios, la cantidad que de tales residuos se descarga en la actualidad en el medio ambiente es superior en la producción de CN, pues de ordinario no existen instalaciones para el tratamiento del CN, mientras que la mayoría de las fábricas de CS ya cuentan con equipo de tratamiento bastante perfeccionado. Es obvio, sin embargo, que tales comparaciones no dan una idea exacta del problema ambiental. La magnitud de este último sólo puede evaluarse estudiando cada instalación y sus efectos sobre su propio medio ambiente. También resulta claro que el problema del tratamiento del CN es mucho más sencillo que el del CS, dado que en el futuro se precisarán en los Estados Unidos filtros de carbón activado como fase final de depuración de las descargas de las fábricas de CS en aguas interiores y quizá en plantas de tratamiento comunes.

### 3. Contaminación de la tierra y ruido.

La mayor fuente de posible contaminación de la tierra por el cultivo del árbol del caucho la constituyen los fungicidas, herbicidas e insecticidas aplicados a los árboles mediante pulverización. Debe tenerse cuidado para que los efectos del viento y del drenaje del suelo no dañen las tierras y cultivos cercanos. La pulverización regular de dichos productos también puede originar concentraciones en el suelo donde se hallen plantados los árboles del caucho, lo que impediría la posterior utilización de tales tierras para el cultivo de plantas alimenticias.

Los productores de CN, y sobre todo los de CS, tendrán que recurrir a la eliminación de residuos sólidos. Los sólidos y fangos procedentes de plantas de tratamiento de aguas residuales pueden eliminarse mediante incineración en instalaciones especialmente concebidas para la combustión sin humo. Los sólidos atóxicos pueden eliminarse utilizándolos como relleno de tierras, de preferencia en los terrenos de la fábrica.

El ruido puede constituir un problema, sobre todo en las fábricas de materias primas para la producción de CS, entre cuyo equipo e instalaciones figuran compresores, bombas, quemadores para hornos, etc. Existen normas para evaluar los efectos del ruido, así como métodos para mitigar el problema.

Una posible fuente de riesgo, que preocupa de manera especial a los países en desarrollo, es la reutilización de contenedores para el transporte de productos químicos. Deben tomarse precauciones para evitar su reutilización indiscriminada sin una previa limpieza concienzuda.

#### 4. El medio ambiente de trabajo

El medio en que han de operar los trabajadores de la industria del CN parece relativamente seguro. Los peligros potenciales consisten principalmente en la posible exposición a los riesgos tóxicos que suponen los fungicidas, herbicidas, etc., aplicados mediante pulverización a los árboles del caucho, y en la posible exposición a algunos de los productos químicos, tales como el amoníaco y diversos ácidos, utilizados en las operaciones de sangría y coagulación. No se sabe si se han realizado ya estudios epidemiológicos o del medio ambiente para determinar los posibles riesgos ambientales; desde luego, tales estudios parecen necesarios. Deben efectuarse mediciones del medio ambiente de trabajo a fin de evaluar la exposición a riesgos, y establecer al efecto, cuando se estime necesario, programas de control periódico.

El riesgo principal con que se enfrentan los trabajadores de la industria del CS probablemente se presenta cuando se producen accidentes en las operaciones. Como la mayor parte de los materiales utilizados son inflamables, debe tenerse gran cuidado en evitar cualquier riesgo de incendio o explosión. También puede tener lugar, sobre todo en caso de averías, una excesiva exposición de los trabajadores a los productos químicos empleados en las operaciones, con los consiguientes efectos perjudiciales. La pérdida del oído provocada por el ruido constituye asimismo un posible riesgo, especialmente en las fábricas de materias primas para la producción de CS; en dichas fábricas es preciso evaluar la exposición del personal al ruido y utilizar, en caso necesario, medios que permitan combatirlo.

### III. FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO

#### A. Antecedentes.

Pese a las grandes diferencias existentes entre las tecnologías de producción de CN y de CS, una vez que los polímeros existen como productos acabados las tecnologías subsiguientes para transformarlos en productos de caucho acabados son esencialmente idénticas. El caucho bruto, natural o sintético, o una mezcla de ambos, se mezcla con azufre (el agente de vulcanización) y con diversos aceleradores, activadores e inhibidores. Otros ingredientes apropiados son las cargas (especialmente el negro de humo) y los productos de ayuda al proceso de elaboración, como el aceite, la cera y el caucho regenerado.

A la mezcla final se le da la forma deseada (con frecuencia tras ser aplicada a telas, alambre, etc.), y luego se la calienta para obtener, mediante vulcanización, un producto acabado de elasticidad permanente.

Como puede verse por el siguiente desglose del consumo mundial de caucho, los principales productos de esta industria son los neumáticos y las cámaras:

	(Porcentaje en peso)
Neumáticos y cámaras	60
Productos industriales de caucho	23
Calzado	5
Productos de látex	6
Otros artículos de consumo	6

Los neumáticos y productos conexos representan el 65% del consumo total de caucho en los Estados Unidos, pero bastante menos del 60% en los países en desarrollo, donde el número de automóviles de pasajeros por persona es mucho menor.

En todo estudio sobre la industria futura del caucho será importante tener en cuenta que, en los países en desarrollo con bajos ingresos por persona, el consumo de caucho aumenta con una rapidez tres o cuatro veces mayor que el PNB, debido a la urgente necesidad de desarrollar el transporte motorizado. Así, pues, un pequeño aumento del PNB

de los países en desarrollo puede determinar un importante aumento de sus necesidades de caucho. En los países desarrollados, la tasa de aumento del consumo de caucho tiende a ser aproximadamente igual a la tasa de aumento del PNB, debido a que han satisfecho por completo sus necesidades de transporte. En lo que respecta a las necesidades de caucho, existen grandes diferencias de un país a otro: en 1971, los Estados Unidos consumieron 13,2 kg por persona, mientras que la India sólo consumió 0,2 kg por persona. Las industrias que fabrican productos de caucho tienden, por tanto, a concentrarse en los países desarrollados, aunque pueden variar notablemente en cuanto a tamaño, tipo de productos que fabrican y complejidad y modernidad del equipo que emplean.

### B. Efectos sobre el medio ambiente

En la fabricación de productos de caucho, rara vez surgen problemas ambientales por el caucho en sí, sino más bien por los aditivos utilizados y las prácticas de elaboración empleadas. Esta industria supone riesgos sanitarios profesionales a causa de la diversidad y la toxicidad a menudo variable de los productos manipulados, lo que se complica por el hecho de que el contacto humano con los productos es considerable en los procesos. El ambiente químico de las fábricas de productos de caucho viene siendo objeto del más activo estudio, a causa de los efectos perjudiciales de la toxicidad de varios de los artículos utilizados en los procesos.

En todas las plantas transformadoras, los trabajadores sufren cierta exposición a productos químicos que entrañan riesgos. La mejora del proceso y el control técnico pueden minimizar esta exposición, pero no eliminarla por completo. Por tanto, las exposiciones profesionales debieran ser objeto de control ambiental, debiendo someterse a los trabajadores a un examen bioquímico y médico de carácter periódico.

En varios países se están realizando en la actualidad intensos estudios de los aditivos químicos. En algunos países se requiere una autorización previa para la introducción de nuevos materiales.

En las industrias de elaboración del caucho, la dermatitis profesional es probablemente la enfermedad profesional más extendida. Para combatirla se requiere la introducción de mejores controles, basados en la reducción del contacto de los productos con la piel del operario, y una mejor higiene personal mediante buenos servicios para lavarse.

La fabricación de productos de caucho no suele crear problemas extraordinarios o difíciles de abordar en cuanto a la contaminación del aire y del agua o a la producción de ruidos perjudiciales, siempre que se usen métodos naturalmente, prácticas operativas acertadas. Los problemas ambientales de las plantas transformadoras tienen de ordinario un carácter concreto que guarda relación con el proceso, el producto o el lugar de que se trate. Con frecuencia estos problemas los resuelve, sin ayuda externa, el ingeniero de la fábrica.

La utilización del negro de humo puede causar molestias en la vecindad de las fábricas. Esto se reconoce en las fábricas modernas, por lo cual se combate eficazmente la contaminación del aire. Los problemas de la industria transformadora se han mitigado enormemente gracias a la disponibilidad de negro de humo en forma de resclas básicas. La contaminación puede reducirse mediante un cuidadoso control del tamaño de las partículas en el proceso de fabricación, y la manutención del polvo en grandes cantidades permite evitar mejor su dispersión.

Como ya se ha indicado, los productos de látex representan alrededor del 6% del consumo total de caucho. El látex utilizado es una concentración del producido originalmente por los árboles o mediante el proceso de emulsión de SBR, sin embargo, deben tomarse medidas apropiadas, como en el caso de las operaciones de coagulación del CN y del SBR, a fin de tratar el suero resultante y evitar así la contaminación de las aguas residuales.

La utilización de productos de caucho origina algunos problemas ambientales. Los más comúnmente reconocidos son los relacionados con la sensibilización de la piel y la dermatitis (más bien por los aditivos utilizados que por el caucho). Menos ampliamente reconocida es la necesidad de controlar la formulación del caucho utilizado en envases de productos alimenticios o bebidas, a fin de evitar que se desprendan sustancias tóxicas y se mezclen con los productos comestibles. Todos los países deberían adoptar controles estrictos de carácter nacional, tales como los que actualmente rigen en los Estados Unidos y en la República Federal de Alemania, respecto a artículos de caucho que se empleen en la elaboración de alimentos o que sirvan de envase a productos alimenticios, farmacéuticos, etc.

#### IV. ELIMINACION DE PRODUCTOS USADOS

La eliminación final de productos de caucho puede presentar algunos problemas ambientales, especialmente estéticos, pero también puede brindar algunas oportunidades para la conservación de recursos.

Sólo una pequeña fracción del volumen total de productos de caucho se pierde por abrasión, como en el caso de las bandas de rodadura de los neumáticos. Aun así, estudios recientes llevados a cabo sobre los efectos del desgaste de los neumáticos en el medio ambiente no han demostrado que existan riesgos, aunque parecen necesitarse estudios más definitivos al respecto. Desde un punto de vista ambiental, resulta interesante señalar que, por cada kilo de neumático eliminado por desgaste, el vehículo consume aproximadamente 500 kg de combustible de petróleo, cuyos residuos probablemente contaminan el medio ambiente en mucha mayor medida que las partículas de caucho.

La mayor parte de los productos de caucho van a parar a sistemas de eliminación de residuos. Existen tres formas principales de abordar el problema de los productos de caucho usados:

Reutilizarlos

Regenerar materiales y energía a base de ellos

Enterrarlos.

La reutilización de un producto de caucho usado en forma análoga a su empleo original supone la mejor forma de conservar los recursos, por lo cual debería estimularse. El mejor ejemplo de esto lo constituye el reconstruido de carcasses de neumáticos desgastados para su nueva reutilización. Puede que el empleo de esta técnica aumente de manera sustancial a medida que los nuevos neumáticos vayan siendo más resistentes. Un problema importante del reconstruido es lograr que en los miles de pequeñas establecimientos locales dedicados a ello se hagan trabajos de alta calidad, de forma que no pongan en peligro los vehículos ni haya riesgo en los caminos. Tal vez sea necesario establecer normas oficiales de calidad.

El empleo de caucho reciclado en la construcción de asfalto artificial que permite reducir la explotación primaria de caucho es un buen ejemplo de reutilización proveniente de los residuos. En el caso de otros materiales, las suelas de caucho reciclado se emplean:

La regeneración de caucho puede hacerse a partir de productos de caucho usado en una planta de caucho natural. El caucho regenerado procedente de productos de caucho natural se emplea en la fabricación de productos de caucho. El caucho regenerado puede ser utilizado como ingrediente de caucho para la fabricación de caucho sintético. El procedimiento de regeneración del caucho natural se realiza en caucho de fibras y retales, digestión con productos químicos, lavado, secado y mezcla con otros productos de caucho y caucho, se calienta y se mezcla con otros productos de caucho. El caucho regenerado se logra, pero, hacer un pequeño caucho de caucho natural de caucho, pero la mano que se descubre una nueva tecnología de caucho natural de caucho. Este es un factor importante en la reducción del consumo de caucho en la industria.

La pirólisis de caucho natural produce un aceite orgánico valioso orientado a la energía. Este aceite puede ser utilizado para recuperar algunas de las materias aprovechables de los residuos de caucho. Los productos de pirólisis consisten en gas, carbón, aceite orgánico (gas y un residuo sólido (impurezas carbonas)), todo lo cual puede ser utilizado como combustible, si se puede destinar a otros usos mejor. Probablemente se podría utilizar el gas para generar un 10% de residuos de caucho sólido y los residuos sólidos para la fabricación de negro de humo.

Un método de eliminación ya considerablemente utilizado, y que probablemente se empleará cada vez más, es la incineración con recuperación de energía y, posiblemente, de algunas materias primas. Esta técnica ha requerido el desarrollo de incineradores especiales, dotados de quemadores controlados por detectores de humo en la cámara para conseguir una combustión libre de humo. Este método ha resultado interesante, sobre todo en la regeneración de caucho y la fabricación de neumáticos. El costo de recogida de los residuos de caucho puede disminuirse con este método, y hay manera de dar aplicación al calor generado.



El método más interesante a que puede recurrirse para disponer de los residuos consiste en enterrarlos de forma controlada. Tales residuos son muy aceptables como relleno de tierras, salvo en el caso de construcción. No deben espalarse al aire libre, por los riesgos de incendio que entrañan y productos tales como neumáticos usados deben reducirse a pequeñas trozos para facilitar los rellenos. Debiera estudiarse un programa controlado para eliminar los residuos de caucho en lugares controlados tales como áreas o centros abandonados, pues así podría contarse con depósitos de importantes recursos para una posible utilización futura. Un gran problema es hallar un sistema económico de recolección, clasificación y compactación de los residuos, lo cual ha sido generalmente una gran debilidad crucial de cualquier plan para la utilización de desechos de caucho.

Cuando se opta por enterrar los residuos en forma controlada, los problemas de contaminación son mínimos. Sin embargo, a medida que la elaboración de los residuos de caucho se hace más amplia, aumentan progresivamente los problemas relacionados con el olor, los ruidos y la salud. El reciclaje no puede realizarse sin mayores dificultades, pero las operaciones de regeneración, extracción e incineración requieren una planificación y un control cuidadosos que permitan eliminar inconvenientes.

La técnica del método de eliminación de residuos de caucho que es más interesante desde el punto de vista económico y ambiental, debe efectuarse a nivel regional o nacional. Hasta la fecha, son pocos los estudios realizados.



**ANEXO**

**PROGRAMA DE LA REUNION Y TITULOS DE LAS MEMORIAS PRESENTADAS**

**AGOSTO 15 DE OCTUBRE DE 1974**

**Inscripción**

**Discurso de apertura**

**J. C. Vergara**  
Oficial encargado de la  
División de Tecnología Industrial

**Recepción del Presidente, del  
Vicepresidente y del Tolador**

**Finalidades y objetivo de la reunión**

**A. Anderson**  
Jefe de la Sección de Técnicas Industriales  
Generales, División de Tecnología Industrial

**Aspectos de organización de la reunión**

**A. Benítez**  
Oficial encargado de la reunión,  
Sección de Fertilizantes, Plaguicidas y  
Productos Petroquímicos, División de  
Tecnología Industrial

**Aprobación del programa**

**"A study of the environmental impact of  
the rubber industry with particular  
reference to raw rubber manufacture"**

**E. T. Marshall**  
Consultor de la OMSI

**"Biological aspects of the environmental  
impact of the rubber industry"**

**T. J. Shorrock**  
Consultor de la OMSI

**"Environmental impact of the rubber  
industry with particular reference to  
product manufacture and re-use of  
discarded products"**

**B. Wittauer**  
Consultor de la OMSI

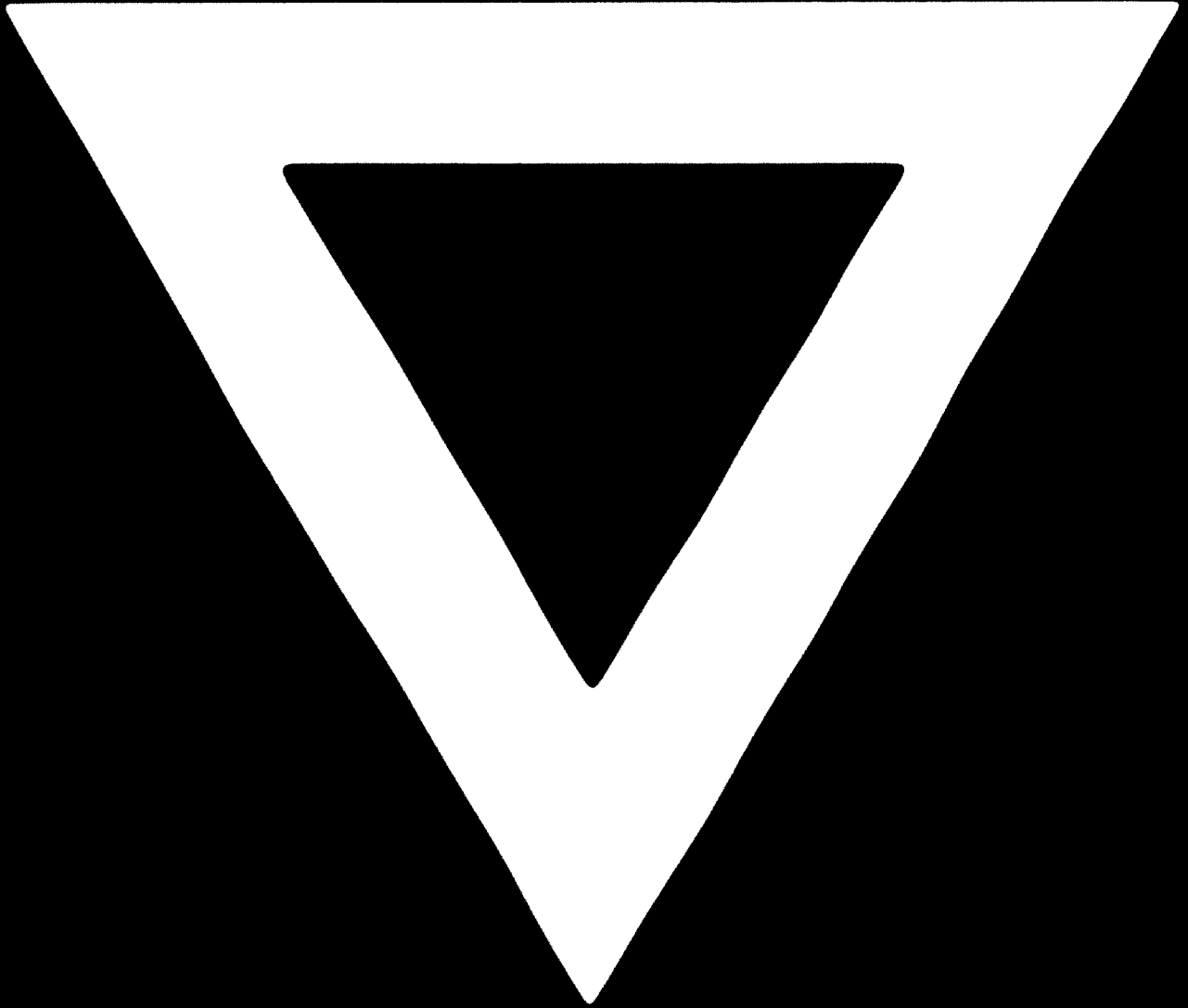
**"A study on the economic aspects of the  
tiro industry and its impact on  
environment"**

**A. Jaber**  
Consultor de la OMSI

**"Studies on effluents from latex production  
in Malaya"**

**P. S. Chin**  
Malaya





**76.01.16**