



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th 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

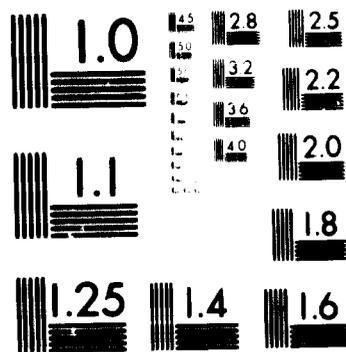
Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

I OF 2 06740 S



MICROCOPY RESOLUTION TEST CHART
NATIONAL BUREAU OF STANDARDS 1963 A

24x

A

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

Distr. RESERVADA

UNIDO/ITD/355

26 junio 1975

ESPAÑOL

Original: INGLÉS

ORGANIZACION DE LAS NACIONES UNIDAS PARA
EL DESARROLLO INDUSTRIAL

ESTUDIO DE LA CONTRAPOSICION ENTRE LOS PRODUCTOS
SINTETICOS Y LOS NATURALES

Proyecto piloto sobre la industria del caucho y sus
efectos sobre el medio ambiente

Estudios de casos concretos en la India y en el Reino Unido
de Gran Bretaña e Irlanda del Norte preparado en el
contexto del Programa conjunto ONUDI/PNUMA
sobre el medio ambiente

por

M.C. Verghese y A.V. Abraham

id.75-8734

Notas explicativas

El término "toneladas" se refiere a toneladas métricas.

El término "dólares" y el signo correspondiente (\$) se refieren a dólares de los Estados Unidos.

Las fechas separadas por un guión (-) (por ejemplo, 1971-1973) indican el período completo, incluidos los años inicial y final.

Las fechas separadas por una barra (/) indican un año distinto de un año calendario.

La unidad monetaria de la India es la rupia (singular: Re, plural: Rs). Durante el período del proyecto, el tipo operacional de cambio fue de Rs 7,50 = \$1,00.

INDICE

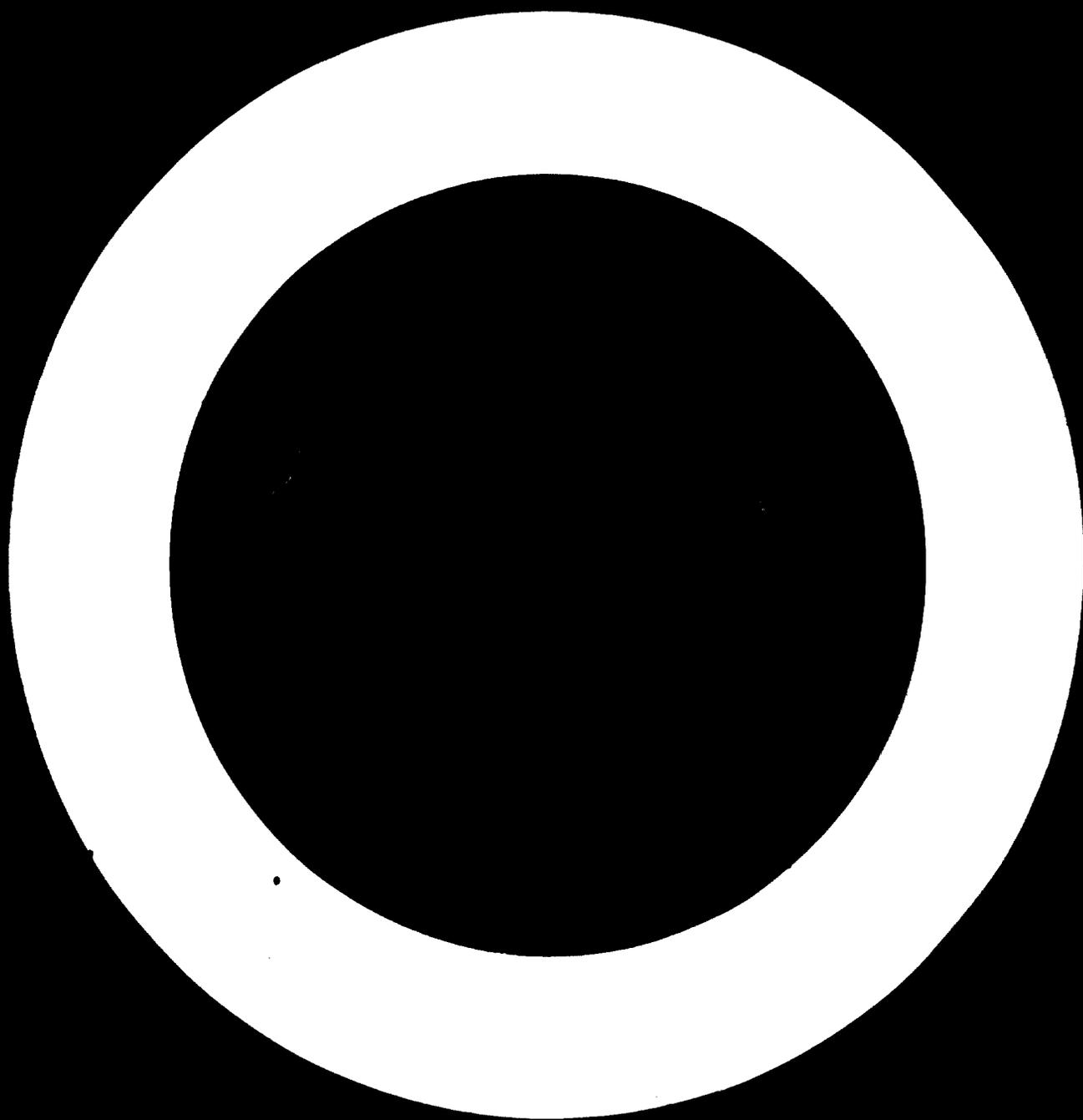
<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
INTRODUCCION	7
I. LA PRODUCCION DE CAUCHO NATURAL EN LA INDIA	9
Estudio general del cultivo del caucho en plantaciones	9
II. PRODUCCION DE CAUCHO SINTETICO: FABRICA DE BAREILLY (INDIA)	30
Antecedentes	30
Descripción del proceso y de la producción	30
Consecuencias para el medio ambiente y la sanidad	36
Efectos sociales y económicos	44
III. PRODUCCION DE CAUCHO SINTETICO: FABRICA DE HYTHE (REINO UNIDO)	47
Antecedentes	47
Descripción del proceso y la producción	48
Efectos sobre el medio ambiente	51
Efectos sociales y económicos	58
IV. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA PRODUCCION DE CAUCHO NATURAL Y DE CAUCHO SINTETICO	62
Costo de producción	62
Inversiones	62
Potencial de empleo	63
V. FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO EN LA INDIA	64
Productos fabricados	64
Fábrica de neumáticos N° 1, zona de Madrás	66
Fábrica de neumáticos N° 2, zona de Madrás	84
VI. OPERACIONES DE RECICLAJE	90
Taller de recauchutado de Madrás	90
Planta de regeneración de caucho cercana a Ernakulam	94

<u>Capítulo</u>	<u>Página</u>
VII. LEGISLACION, PLANIFICACION DEL MEDIO AMBIENTE Y COORDINACION AL RESPECTO, EN LA INDIA	100
Legislación sobre lucha contra la contaminación	100
Labor realizada por la Institución de Normalización de la India respecto de la lucha contra la contaminación de las aguas	102
Aplicación de las normas sobre la lucha contra la contaminación	102
El Comité Nacional de planificación y coordinación en cuestiones relativas al medio ambiente	103
Oficina de planificación y coordinación en cuestiones relativas al medio ambiente	104
Instituto Nacional de investigación sobre tecnología del medio ambiente	105
VIII. LEGISLACION EXISTENTE Y PROPUESTA RELATIVA A LA LUCHA CONTRA LA CONTAMINACION, EN EL REINO UNIDO	107
Tipos de contaminación	107
Lucha contra la contaminación	108
IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	110
Producción de caucho natural	110
Producción de caucho sintético en la India	112
Producción de caucho sintético en el Reino Unido	114
Fabricación de artículos de caucho	116
Reciclado	119
La industria del caucho en su conjunto	119

Cuadros

1. A. Análisis de efluentes de la fábrica de Kodimatha, efectuado el 17 de mayo de 1975	19
B. Población microbiana	19
2. Análisis del agua del tanque de tratamiento y de los efluentes de la fábrica de caucho macizo de Palai, Kerala (Fecha de recepción de la muestra: 7 de enero de 1974)	27
3. Resultado de los análisis de efluentes y de aguas de alcantarillado efectuados en la fábrica de neumáticos Nº 1	80

	<u>Página</u>
<u>Cuadros (cont.)</u>	
4. Resultados de los análisis del agua de drenaje y del efluente correspondiente a la producción de llantas en la fábrica de neumáticos Nº 1	81
5. Resultados de los análisis del agua bruta utilizada en la fábrica de neumáticos Nº 2	86
6. A. Resultados de análisis de efluentes procedentes de la fábrica de neumáticos Nº 2	86
B. Resultados del estudio de la contaminación del aire	87
<u>Figuras</u>	
I. Concentración del látex por el proceso de centrifugación	15
II. Diagrama de una planta de concentración de látex	16
III. Diagrama de fabricación del caucho en hojas	24
IV. Diagrama de fabricación del caucho macizo en la planta de la Palai Marketing Society	26
V. Diagrama de la producción de caucho sintético en Bareilly	35
VI. Diagrama sinóptico de la utilización del agua	42
VII. Diagrama de circulación del agua en una fábrica de neumáticos tipo	74
<u>Mapas</u>	
1. Franja de cultivo del caucho y ciudades importantes del sudceste de la India	10
2. Ubicación de la fábrica de caucho sintético de Bareilly (India)	31
3. Ubicación de la fábrica de caucho sintético de Hythe (Reino Unido)	50
4. Ubicación de la fábrica Nº 1, Madrás	68



INTRODUCCION

Como resultado de la Conferencia de las Naciones Unidas sobre el Medio Humano, celebrada en Estocolmo en 1972, las Naciones Unidas establecieron el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA). La Organización de las Naciones Unidas para el Desarrollo Industrial (ONUDI) y el PNUMA están colaborando en un programa destinado a estudiar los efectos de la industria sobre el medio ambiente en los países en desarrollo.

Uno de los proyectos emprendidos conjuntamente por la ONUDI y el PNUMA es el llamado "Estudio de la contraposición entre los productos sintéticos y los naturales: proyecto piloto sobre la industria del caucho y sus efectos sobre el medio ambiente". La finalidad de este proyecto es la de estudiar los efectos de la industria del caucho sobre el medio ambiente, determinar la medida en que las condiciones ambientales deberían influir en la elección entre la producción de caucho natural y la de caucho sintético, y examinar los procesos de fabricación y de eliminación o reciclaje de los desechos. Varios consultores efectuaron estudios detallados sobre aspectos concretos de este tema, los cuales fueron examinados por un grupo de expertos que se reunió en Viena en septiembre de 1974. Una de las recomendaciones de este grupo de expertos fue que se emprendiesen estudios detallados de los efectos de la industria del caucho sobre el medio ambiente en una o dos zonas concretas, ya que los informes presentados por los consultores representaban sólo estudios generales de los problemas ambientales.

Por consiguiente, se decidió enviar un equipo de dos expertos para hacer este tipo de estudios en dos países: la India, país en desarrollo en el que se produce tanto caucho natural como sintético y en el que se fabrican en gran escala productos de caucho, y el Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte, país desarrollado en el que existe una industria de caucho sintético de gran renombre.

Este equipo pasó aproximadamente un mes (13 febrero a 20 marzo de 1975) en la India estudiando la fabricación de los siguientes productos:

- Caucho natural
- Caucho sintético
- Productos de caucho
- Neumáticos recauchutados
- Caucho regenerado

Este equipo visitó también los departamentos gubernamentales encargados del control del medio ambiente.

El mismo equipo pasó una semana (31 de marzo a 3 de abril de 1975) en el Reino Unido, estudiando la producción de caucho sintético, examinando problemas con funcionarios encargados del control de la contaminación e investigando la labor del Departamento del Medio Ambiente.

Este equipo hizo también un estudio de la legislación existente y proyectada en ambos países.

Por razón de los fondos y del tiempo de que se disponía, este equipo tuvo que limitarse a efectuar un estudio cualitativo. Tuvo también que fiarse de los análisis de efluentes facilitados por las fábricas que se visitaron, salvo en un caso en el que se pudieron utilizar los servicios del Instituto Nacional de Tecnología del Medio Ambiente (NEERI), de la India, para efectuar un análisis de efluentes.

Este informe está basado en las conclusiones del equipo de expertos. Forma parte de una serie de estudios de casos concretos que se están efectuando en el contexto del programa ONUDI/PNUMA. Otros estudios de esta misma serie se ocupan de la industria química en Turquía, de la industria textil en Tailandia, de la industria del cemento en el Irán, de un complejo siderúrgico integrado en el Brasil y de la industria química en la India.

Los autores desean expresar su agradecimiento al Departamento de Ciencia y Tecnología del Gobierno de la India por la asistencia que le fue prestada al equipo de expertos durante su estancia en la India, y a la Asociación Británica de Fabricantes de Caucho Sintético por haber organizado la visita a una de las plantas de caucho sintético de más renombre del Reino Unido.

I. LA PRODUCCION DE CAUCHO NATURAL EN LA INDIA

Estudio general del cultivo del caucho en plantaciones

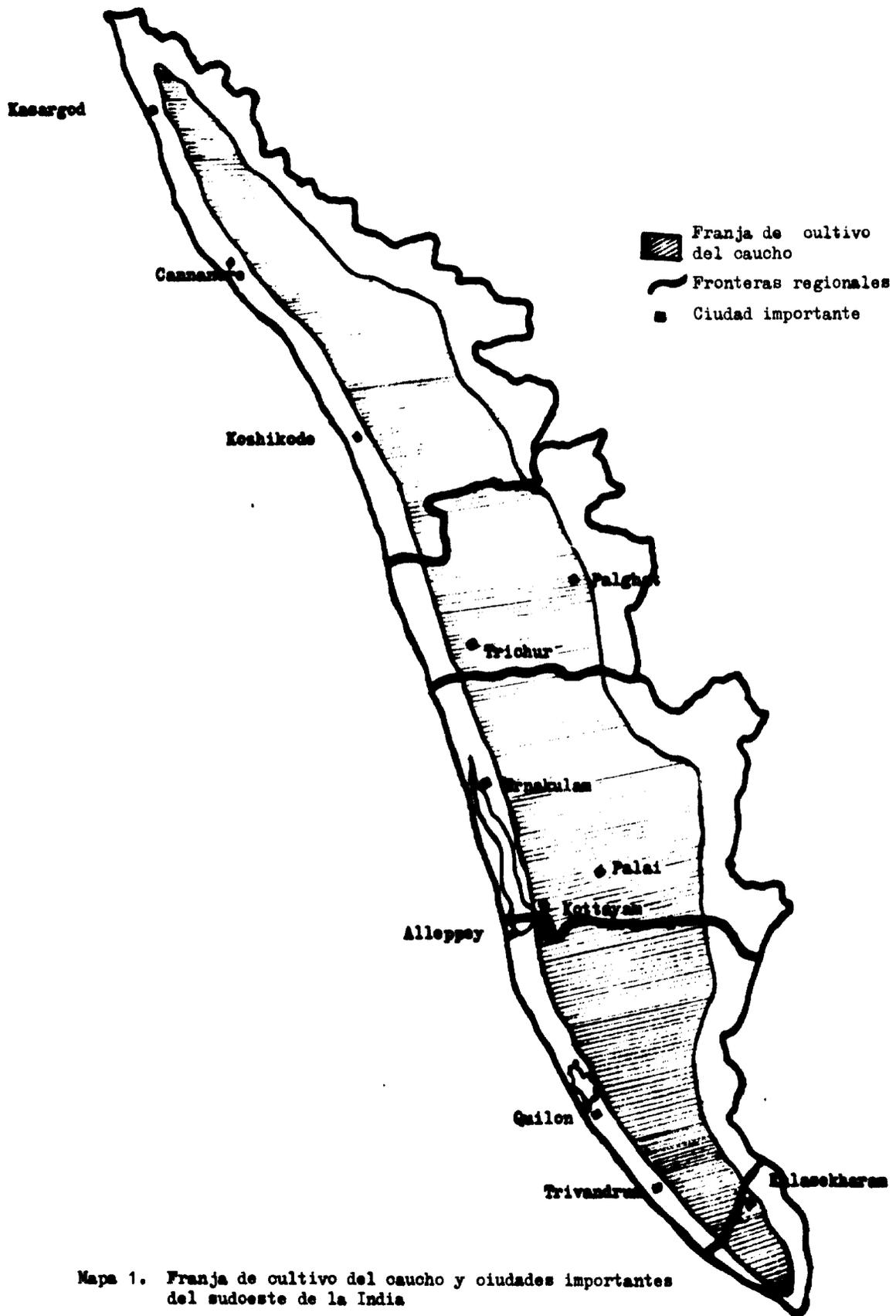
El caucho natural se produce a partir del látex del árbol del caucho (Hevea brasiliensis), látex que es sintetizado por la propia naturaleza en el interior del árbol. Este árbol ha de ser plantado y cultivado durante unos seis años antes de que se pueda comenzar a extraer el producto. El látex se extrae del árbol mediante incisiones en forma de "V" practicadas sobre la corteza, aproximadamente a un metro del suelo.

El cultivo del caucho en la India se encuentra concentrado en gran parte en la región sudoccidental del país, sobre todo en el Estado de Kerala y en parte en los Estados de Tamil Nadu y Karnataka. Las plantaciones de caucho se encuentran en su mayor parte en la región central situada entre las zonas costeras bajas y las zonas de altas montañas, a lo largo de una franja estrecha de unos 400 km de largo que corre paralela a las montañas Ghates occidentales. En esta región se registran anualmente grandes precipitaciones pluviales y el clima es caluroso y húmedo. En el mapa 1 se indican las zonas de cultivo del caucho en el sudoeste de la India.

Un 69% de la zona total dedicada al cultivo del caucho está en manos de pequeños propietarios. En fecha reciente se formó una federación de cooperativas de comercialización para fortalecer la organización de las cooperativas en provecho de los pequeños propietarios.

La Junta India del Caucho desempeña una función activa en la promoción del cultivo del caucho. Entre las medidas aplicadas por la Junta, cabe citar las subvenciones a la reforestación, los préstamos para nuevas plantaciones, la venta de fertilizantes y fungicidas en condiciones favorables, la distribución de material de plantación de elevado rendimiento y la asistencia a las cooperativas de comercialización del caucho.

Las actividades de investigación y desarrollo de la Junta se financian con cargo al impuesto de 0,3 rupias (\$0,04) por kilogramo de caucho producido en la India, que recauda el Gobierno central. La recaudación anual de este impuesto asciende a unos 35 millones de rupias. El Instituto de Investigación del Caucho de la India (RRII), establecido en 1955, ha efectuado una labor encomiable en materia de obtención de clones de alto rendimiento, experimentos relativos a rendimientos y formulación de fungicidas más baratos. También ha



hecho recomendaciones en materia de fertilizantes orgánicos. Una de las clonas desarrolladas, la RRII 208, parece muy prometedora ya que tiene un rendimiento potencial de unos 4.000 kg/hectárea, en comparación con un rendimiento medio de 730 kg/hectárea.

El RRII busca, asimismo, obtener clonas con otras propiedades que no sean meramente un alto rendimiento, por ejemplo, resistencia a la enfermedad, tolerancia a la sequía, resistencia al viento, copa de espesura apropiada, etc. El Instituto ha prestado asistencia para iniciar la producción de caucho conforme a especificaciones técnicas, con el fin de ayudar a los pequeños cultivadores a mejorar la calidad del caucho que producen.

Empleo y condiciones de trabajo

En 1974 la población de Kerala ascendía a 22,75 millones de habitantes, de los cuales se estimaba que las personas empleadas en el cultivo del caucho en las plantaciones -propietarios, trabajadores y miembros de sus familias- sumaban 1,45 millones, o sea un 6,37%.

Uno de los objetivos de la Junta del Caucho es conseguir mejores condiciones de trabajo para los trabajadores. La industria del caucho natural constituye una importante fuente de empleo en Kerala, que no es un Estado muy industrializado.

Bastante más de 150.000 personas trabajan en el cultivo del caucho. Hombres, mujeres y adolescentes trabajan en las plantaciones. Anteriormente trabajaban también niños, pero la ley prohíbe ahora la utilización de mano de obra infantil. La distribución porcentual de la mano de obra empleada es de un 69% de hombres, un 30% de mujeres y un 1% de adolescentes. Las tres grandes ocupaciones son las de sangradores de árboles y recolectores del látex, trabajadores generales y obreros de fábrica, distribuidos en una proporción de un 50%, un 40% y un 10%, respectivamente.

Se describen a continuación algunos de los beneficios de que gozan los trabajadores.

En 1957/58, se lanzó un programa para la concesión de subsidios a los hijos de los trabajadores de las plantaciones. En ese mismo período se otorgaron subsidios a 128 estudiantes; en 1972/73, esta cifra ascendió a 1.185. La cantidad desembolsada con cargo a este programa pasó de 1.428 rupias en 1957/58 a 177.353 rupias en 1972/73.

La Junta hace donaciones a hospitales a fin de que construyan salas para trabajadores de las plantaciones de caucho. Hasta el momento, han aprovechado estas donaciones ocho hospitales, y hasta 1974 se habían desembolsado 287.486 rupias. En virtud de la Ley de 1951, relativa a los trabajadores de plantaciones, el empleador tiene la obligación de proporcionar a éstos servicios médicos apropiados. Esta Ley se aplica a las plantaciones de caucho con una superficie de 10,1 hectáreas o más, pero un 97% de las plantaciones escapan al ámbito de esta Ley por no tener la superficie mínima. La Junta ha formulado, por consiguiente, un programa destinado a socorrer a los trabajadores en los casos de extrema necesidad o de enfermedad prolongada.

La Junta está elaborando planes para facilitar hogares para huérfanos y adultos menesterosos.

La Junta ha establecido una escuela para adiestrar a sangradores y recolectores de látex. Hasta el momento se ha impartido instrucción a 600 personas. El adiestramiento dura ocho semanas, y durante ese período se les da a los que reciben la capacitación alojamiento gratuito y una pequeña dieta.

Las relaciones entre empleadores y empleados de las plantaciones de caucho han sido buenas si se las compara con las que existen en el sector de la industria manufacturera de la India. Los sistemas de consulta mutua funcionan bastante bien. Además de tener garantizado un salario mínimo, los trabajadores de las plantaciones reciben su remuneración de acuerdo con un sistema de incentivos. Los trabajadores de las plantaciones han sido los primeros que han recibido en la India el pago de un sobresueldo anual, y una indemnización de retiro pagada de una sola vez.

La creciente tendencia hacia la fragmentación de las propiedades en unidades de cultivo pequeñas afectará probablemente las condiciones de vida de los trabajadores, sobre todo en lo referente a vivienda, higiene y sanidad.

Otro problema será el de la futura proliferación de familiares de trabajadores de plantaciones; capacitados pero sin empleo, que podrían no tener deseos de trabajar en las plantaciones, y que, aunque los tuviesen, podrían no encontrar trabajo en ellas.

Efectos sobre la economía nacional

En 1972/73, la producción de caucho natural en Kerala ascendió a 106.000 toneladas, con un valor de 500 millones de rupias. El producto interior neto de Kerala en ese año fue de 14.460 millones de rupias a precios corrientes. El caucho supuso un 3,5% del producto interior neto de este Estado durante ese año.

Durante los últimos 25 años, la zona dedicada al cultivo del caucho ha pasado de 63.000 a 212.000 hectáreas, lo que supone un extraordinario aumento del 236%. La producción de caucho ha aumentado de 15.000 a 112.000 toneladas, lo que supone un aumento del 647%. La productividad, en términos del rendimiento por hectárea, ha aumentado de 320 kg/ha a 730 kg/ha, lo que supone un aumento del 128%. El caucho natural ya ha dejado de importarse.

Efectos sobre el medio ambiente

Existen condiciones agroclimáticas apropiadas para el cultivo del caucho en la zona central de la región sudoccidental de la India. El terreno en esta zona se caracteriza por la presencia de colinas y lomas de tamaño y altura variables y por los valles que las atraviesan. Aunque el caucho es en la actualidad el principal cultivo de la zona, y pese a reconocerse que una expansión en gran escala de este cultivo afectará adversamente a la producción de cultivos comestibles, en particular de la tapioca, que figura en segundo lugar a continuación del arroz en la lista de los alimentos básicos cultivados en la zona, se puede considerar que la expansión en gran escala de las plantaciones de caucho en otras tierras es viable desde el punto de vista ecológico, por las siguientes razones:

- a) El cultivo científico del caucho, que va asociado al cultivo de una capa protectora de leguminosas, estabiliza el suelo;
- b) El cultivo permanente de alimentos en esta zona provoca la erosión del suelo;
- c) Las plantaciones de caucho cultivadas de acuerdo con los métodos científicos más modernos, en los que se da importancia a las técnicas de protección del suelo, pueden resultar un cultivo de reforestación superior a otros cultivos forestales habituales en esta región;
- d) El árbol del caucho purifica la atmósfera al absorber el dióxido de carbono y desprender oxígeno;
- e) Los únicos recursos no renovables consumidos por las plantaciones de caucho son los fertilizantes y productos químicos que se utilizan para estimular el crecimiento.

Elaboración del caucho natural

El látex se elabora generalmente para obtener uno de los siguientes productos:

- Látex preservado en diversas concentraciones;
- Hojas ahumadas rayadas;
- Caucho macizo o de hojas fuertemente adheridas;
- Crepe de distintas calidades.

Látex preservado en diversas concentraciones

El equipo visitó dos fábricas de una empresa privada cuya propiedad pertenecía prácticamente a una sola familia de Kerala. Una de las fábricas está en Kodimatha y la otra en Chenappady. Esta última fábrica tiene su propia plantación de unos 300 acres. Estas fábricas elaboran el caucho principalmente en forma de látex concentrado. La capacidad de producción anual combinada de las dos fábricas es de 6,5 millones de litros de látex concentrado al 60% por el proceso de centrifugación. Estas dos fábricas dan empleo a 213 personas.

Proceso y producción

El látex fresco recogido del árbol del caucho suele contener entre un 30% y un 40% de caucho seco, un 3% de elementos diversos y el resto de agua. Al igual que la leche, el látex es un caldo de cultivo excelente para las bacterias y se coagula durante el almacenamiento debido a la acción bacteriana. Se añaden preservativos para impedir esta acción bacteriana y estabilizar el látex. El preservativo más comúnmente utilizado para el látex es una concentración de amoníaco de un 0,7%. También pueden utilizarse diversos productos químicos con un contenido bajo de amoníaco (un 0,2%).

Aunque se pueden fabricar algunos artículos de caucho natural a partir de látex de plantación meramente preservado, es antieconómico envasar y transportar a larga distancia material con un nivel de concentración bajo. Por ello, el látex de plantación preservado se produce y comercializa únicamente para satisfacer la demanda local. Pero cuando se ha eliminado una parte del agua que contiene a fin de abaratar su envasado y transporte, el látex concentrado es una de las formas principales en que se comercializa el caucho natural.

Por el proceso de centrifugación se somete al látex a una fuerza centrífuga en el interior de un separador y se lo divide en dos fracciones: la crema, con un contenido de caucho seco (ccs) de un 60%, y el látex descremado, cuyo ccs varía entre un 5% y un 10%. El látex descremado tiene una proporción de elementos ajenos al caucho más alta que la de la crema.

En la figura I puede verse un diagrama de producción de látex concentrado.

Los datos correspondientes a la producción diaria de cada una de estas dos fábricas son los siguientes:

Insumos: 110 bidones de 205 litros cada uno de látex de plantación amoniaco y decantado

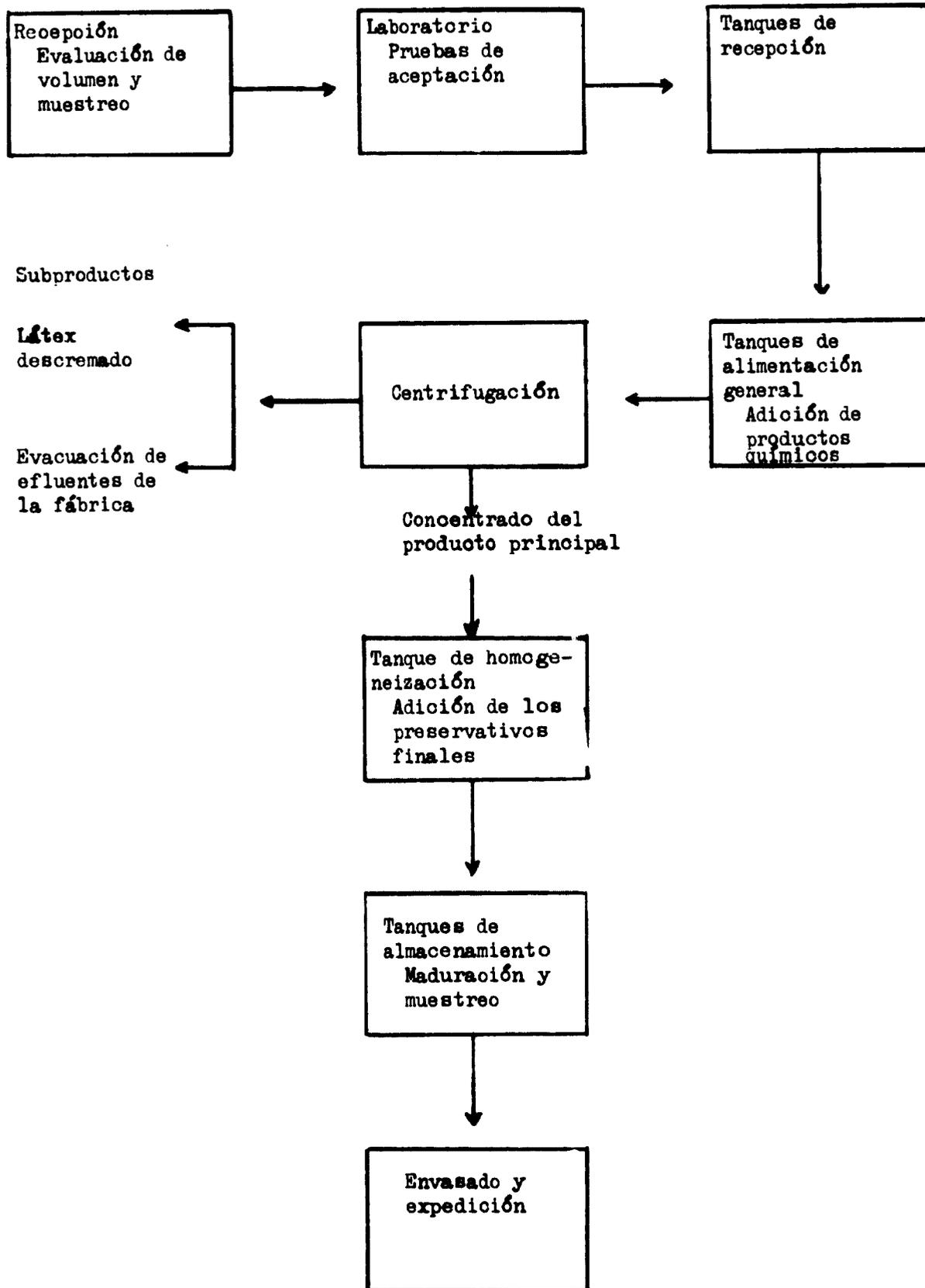


Figura I. Concentración del látex por el proceso de centrifugación

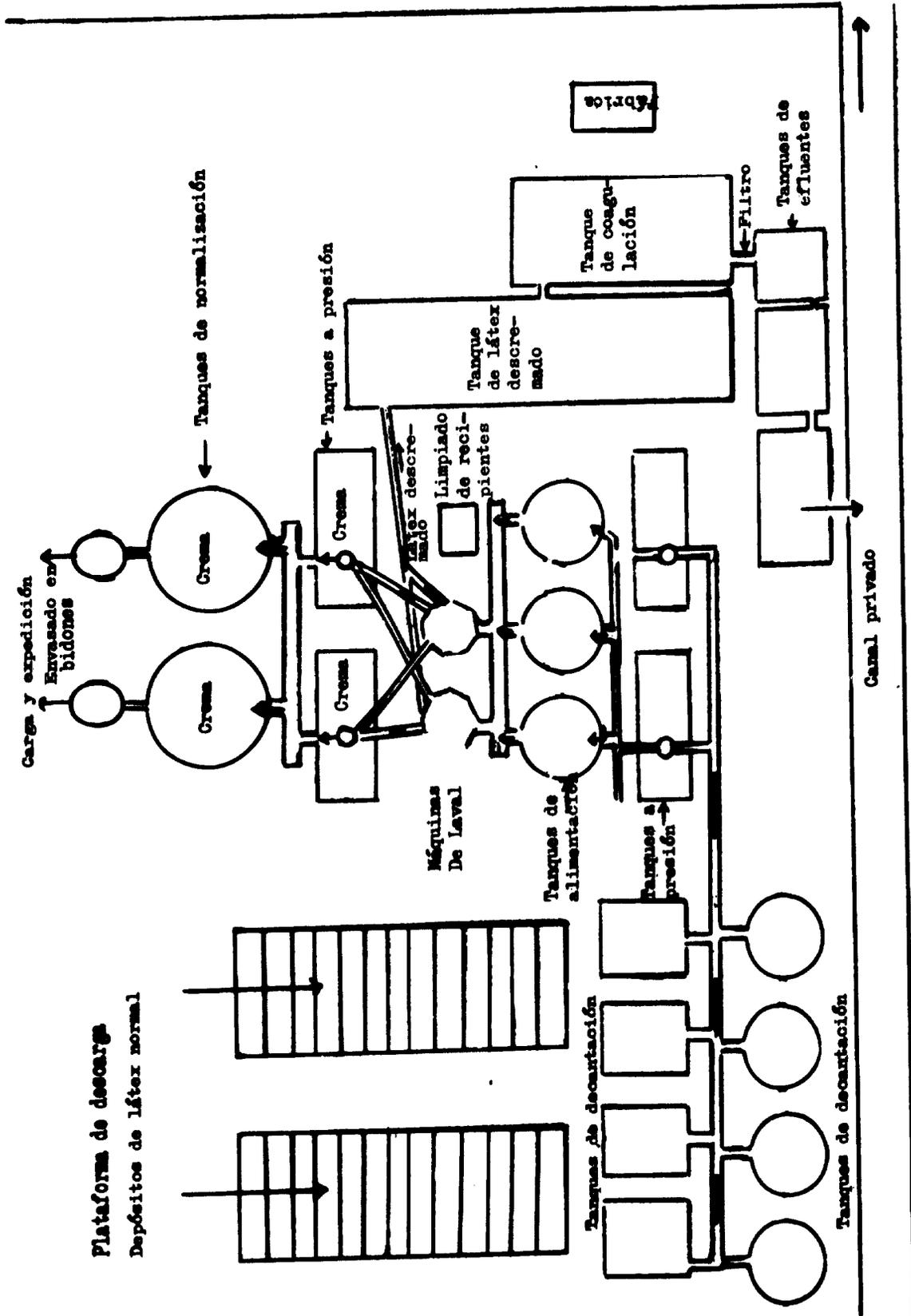


Figura II. Diagrama de una planta de concentración de látex

Producción: 50 bidones (o 10 toneladas) de látex concentrado al 60%, y 60 bidones de látex descremado, un subproducto, con un contenido de caucho seco de alrededor del 10%.

Consumo de agua: 20.000 galones para el lavado y la elaboración del látex descremado para la obtención del crepe.

La fábrica de Chenappadi obtiene alrededor de unos 15 bidones de látex de su propia plantación. Los 95 bidones restantes los compra de otras plantaciones de los distritos de Iddikki y Kottayam, a concentraciones normales con un 30%-40% de caucho seco. En la figura II puede verse el diagrama del proceso de concentración de látex por centrifugación, utilizado en la primera de las dos fábricas.

Las dos plantas utilizan el mismo tipo de máquinas centrífugas "De Laval". La única diferencia entre ellas es que en la primera de las dos fábricas el látex es transportado por aire desde los tanques de decantación hasta los tanques de alimentación y del tanque de recepción de la crema al tanque de almacenamiento, mientras que en la segunda de estas dos fábricas se ha aprovechado la inclinación natural del terreno para efectuar la operación completa de alimentación sin otra fuerza motriz que la de la gravedad.

Se tiene proyectado fabricar mezclas básicas de negro de carbón con caucho natural. Este material no se fabrica actualmente en la India. El empleo de este material pudiera ser ventajoso para los fabricantes de neumáticos. La mezcla básica puede añadirse directamente a la mezcla general, lo que permite reducir el tiempo de mezclado y aumentar, por consiguiente, la capacidad de la planta en donde se realiza esta operación. Esto permite reducir también el consumo de electricidad en las plantas de neumáticos. También se resolverán problemas de contaminación y de limpieza de las fábricas de neumáticos al eliminarse la manutención sucia del negro de carbón sin mezclar.

Efectos sobre el medio ambiente

Emanaciones gaseosas

Uno de los principales problemas es el olor ocasionado por la putrefacción de las proteínas y los otros elementos distintos del caucho contenidos en el látex descremado. El olor de la fábrica de Kodimatha se propaga a bastante distancia de la fábrica. Las personas que atraviesan el puente de la carretera principal adyacente a la fábrica reciben todo el impacto de este olor. En el interior de la fábrica el olor resulta más intenso cuando la fábrica no está funcionando, puesto que el amoníaco utilizado en la elaboración ayuda a contrarrestarlo. Se conoce muy bien el efecto del amoníaco sobre el sistema humano. No se han comunicado efectos nocivos de ninguna clase.

Efluentes

El problema de los efluentes se plantea con el látex descremado separado por la centrifugadora como subproducto del látex concentrado. La ruta que ha de seguir este subproducto es la siguiente:

Tanque de recepción del látex descremado

Tanque de coagulación

Tanques de efluentes → descarga en un río o corriente de agua

El látex descremado procedente de las máquinas centrifugadoras se recoge en tanques y se vierte en el tanque de coagulación, en el que se le añade ácido sulfúrico diluido para efectuar la coagulación. Tras la coagulación, el líquido efluente pasa a los tanques de efluentes.

En la primera fábrica hay tres tanques de efluentes al mismo nivel, mientras que en la segunda fábrica se encuentran a distintos niveles, y los efluentes pasan de un tanque a otro a través de filtros impulsados por la fuerza de la gravedad. En ambos casos, los tanques de efluentes se encuentran fuera del edificio principal y al aire libre.

En la fábrica de Kodimatha, el efluente pasa, tras su aeración natural en los tanques, a un canal privado situado en el terreno de la propia compañía y que desemboca en el río Kadoor. Este río tiene su caudal completo todo el año y desemboca en el lago Vempanad situado a unas 3 ó 4 millas. De mayo a octubre, las inundaciones monzónicas hacen que el río se desborde sobre los arrozales vecinos. Durante la estación monzónica el nivel de concentración no llega a ser considerable, pero tiene que ser vigilado fuera de esa estación. En el cuadro 1 puede verse un análisis de los efluentes. No consta que hayan habido quejas del exterior de la fábrica.

Cuadro 1 A.

Análisis de efluentes de la fábrica de Kodimatha,
efectuado el 17 de mayo de 1975

Prueba	Resultados
Color	Blanco cremoso
Olor	Olor mohoso
Aspecto	Líquido viscoso y turbio
Reacción	Acidez elevada: fue preciso utilizar 1,6 ml de 1 N NaOH para neutralizar 10 ml de la muestra
Total de sólidos	5,1595 g/100 ml
N amoniacal	4,404 mg/ml
N total	4,732 mg/ml
Azúcar reductora	0,52 mg/ml
DBO (Demanda Biológica de oxígeno)	7681 ppm

B. Población microbiana

Sólo se observaron levaduras en forma de barra y algunas bacterias coccoides.

La neutralización con cal dio por resultado una precipitación blanca y el líquido se volvió marrón.

En la fábrica situada en Chenappadi, el efluente de los tanques se descarga en hoyos poco profundos cavados en la plantación de la propia empresa. El río Manimalai, cuyo cauce se seca parcialmente durante los meses de verano, corre adyacente a la plantación y a la fábrica y parte de estos efluentes van filtrándose a través del terreno hasta el río. Durante los meses monzónicos, el río corre inundado y los efectos de la filtración resultan imperceptibles. Los aldeanos que utilizan el agua del río para bañarse, para usos agrícolas y para abreviar al ganado no han formulado quejas a la fábrica. Parece que la filtración de estos efluentes en el terreno enriquece las tierras de la plantación de caucho. (Véase la fotografía).



Uno de los tanques de decantación con una vista
al fondo del cauce del río parcialmente seco

La contaminación ocasiona la descarga de efluentes de las fábricas de elaboración, y los resultados de los análisis publicados indican que los efluentes de las fábricas que producen látex concentrado tienen el porcentaje más elevado de materiales nocivos absorbentes de oxígeno.

Los estudios indican que los efluentes de las fábricas de elaboración pueden purificarse lo bastante para poder descargarse en los ríos y corrientes de agua sin ningún efecto nocivo, si el efluente es previamente aerado y puesto al sol para ser sembrado a continuación con un cultivo algáceo apropiado, a ser posible un cultivo que contenga *Chlorella* como especie dominante.

Desechos sólidos

El látex coagulado obtenido en los tanques de coagulación se utiliza para fabricar caucho de crepe. En la fábrica de Kodimatha, se laminan las planchas de crepe en una unidad situada al otro lado del río, mientras que en la fábrica de Chenappadi se laminan en la misma instalación. El equipo necesario para laminar planchas de crepe consiste en una batería de maceradoras, laminadoras para crepe y rodillos de satinado.

Periódicamente, de los tanques de recepción y decantación del látex, se extrae el fango que contiene principalmente fosfato amónico de magnesio y partículas de caucho. Secando este fango y haciéndolo pasar por un granulador especialmente diseñado, se puede extraer el fosfato amónico de magnesio de las partículas de caucho. En la práctica, el fango se vende a pequeños industriales que recuperan el caucho que aún contiene.

También se recoge periódicamente el fango acumulado en los recipientes de centrifugación, cuando se procede a limpiar estos últimos. Suelen obtenerse de 10 a 15 kilogramos diarios de fango de centrifugación de cada una de las dos fábricas.

Recomendaciones

El empleo de canales cerrados de la centrifugadora a los tanques de recolección de la crema reducirá el volumen de las emanaciones de amoníaco a la atmósfera. Con ello bajará el nivel de contaminación y se reducirán las pérdidas de amoníaco.

Se puede reducir el mal olor empleando formalina para disminuir la putrefacción, pero debe señalarse que el mal olor es un indicador de que el nivel de la demanda biológica de oxígeno en el río es elevada.

Parece que el empleo del método Dunlop, por el que se trata el látex descremado con una enzima (tripsina), reduce el mal olor y además proporciona un caucho de mejor calidad. También permite reducir el nivel de la demanda biológica de oxígeno ocasionado por la descarga de efluentes de la fábrica. Lamentablemente, este método resulta caro.

Se ha recomendado en algunos sectores el empleo del método "ABC", o de coagulación biológica asistida, por que permite recuperar un caucho de mejor calidad a partir del látex descremado y también por tratarse de un método más barato. En el látex descremado se introducen materiales azucarados, tales como melazas y desechos de piña, para estimular la fermentación que ocasiona la coagulación. A consecuencia de esto, el olor es mucho más intenso. Sin embargo, este proceso no ha tenido gran aceptación.

Hojas ahumadas rayadas

Descripción breve del proceso

La mayor parte del caucho natural que se produce actualmente en la India se comercializa en forma de láminas. La laminación es el único proceso viable para los pequeños plantadores. Los pasos más importantes de este proceso son:

Recepción del látex de plantación

Tamizado mediante budinadora del látex de plantación

Normalización del látex por dilución con agua hasta un 12,5% de CCS, tras la medición del CCS de la muestra, y sedimentación de las partículas finas de arena

Adición de ácido fórmico o ácido acético diluidos a contenedores estándar (colocando elementos divisorios si los tanques son demasiado grandes) y coagulación completa

Inundación de los contenedores con agua tras la coagulación

Extracción del coágulo y laminación del mismo en una batería adecuada, cuya forma más sencilla es la de dos trenes de laminación pequeños, uno con una pareja de rodillos lisos y el otro con una pareja de rodillos ranurados

Lavado de las láminas en un tanque de lavado

Secado de las láminas durante tres o cuatro horas a la sombra

Secado de las láminas en el ahumadero a una temperatura de entre 49° y 60°C durante cuatro o cinco días, o en un cobertizo de secado al aire

Extracción, selección de calidades y envasado

El plantador más pequeño puede efectuar todas estas operaciones en su casa utilizando pequeños contenedores de aluminio para la coagulación, un juego de rodillos manuales para la laminación, y la cocina de la casa para el

ahumado. No es posible, sin embargo, producir hojas de alta calidad por este método. En primer lugar, el pequeño plantador no dispone de instalaciones para normalizar el látex como es debido y para almacenarlo a granel. En segundo lugar, la hoja puede ensuciarse o contaminarse y no se pueden controlar adecuadamente las operaciones de ahumado o de secado en la cocina. Las hojas de baja calidad que se producen por este procedimiento se venden a bajo precio. Se calcula que existen unas 80.000 explotaciones de menos de una hectárea de superficie. La laminación del caucho es un procedimiento que no se considera económico para las grandes plantaciones.

La producción y la comercialización de hojas ahumadas rayadas presentan muchos inconvenientes. La clasificación de las hojas rayadas sólo se puede hacer visualmente, lo que deja un amplio margen para una clasificación defectuosa e indiscriminada. Las hojas carecen de uniformidad; a menudo se encuentran en ellas impurezas, arena y otros materiales ajenos al caucho. Los costos de producción son elevados. Se requiere mucho tiempo para secar las hojas como es debido y su almacenamiento durante períodos largos plantea problemas derivados de la humedad, etc. Los costos de transporte, manutención y almacenamiento son elevados. El embalaje del material es poco atractivo.

Efectos sobre el medio ambiente

El agua del lavado se desparrama por toda la vivienda de los pequeños plantadores que utilizan el método arriba descrito. Se suele verter el suero del látex fuera de la casa, lo que ocasiona mal olor a su alrededor. A diferencia del látex descremado de la planta de centrifugación, el suero procedente de la coagulación se encuentra en forma diluida en lo que respecta a los elementos del látex ajenos al caucho.

El humo procedente del ahumadero, que viene a ser una mezcla de humo, vapor de agua y aire, sale de la vivienda a cierta altura. No se han mencionado problemas a este respecto.

Los recortes procedentes de los tanques de almacenamiento y homogeneización, y los desechos procedentes de los recipientes de recolección así como de los árboles, se venden como desechos de caucho a pequeños comerciantes, que a su vez los venden a los fabricantes de crepe.

En la figura III puede verse el diagrama de fabricación del caucho en hojas.

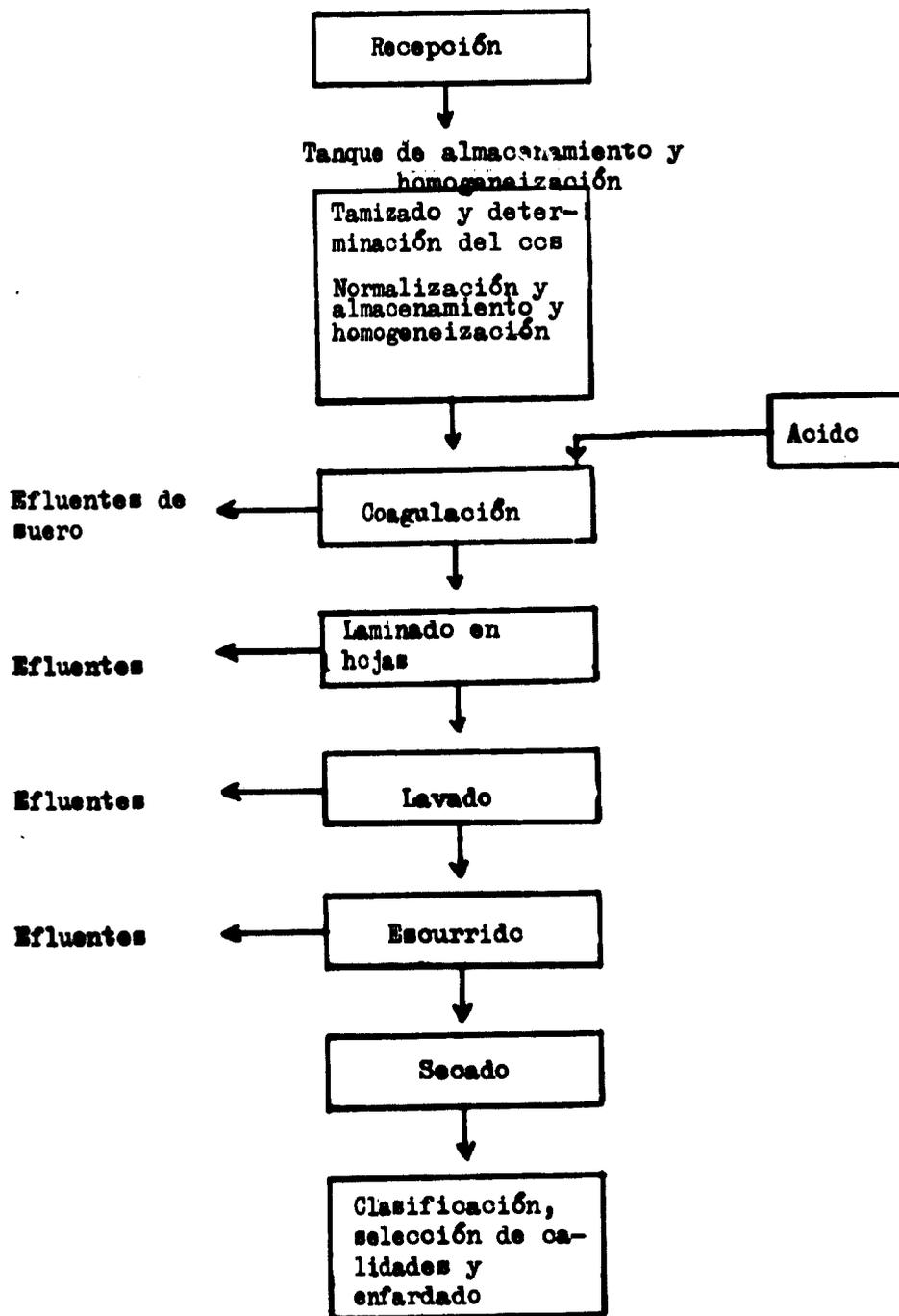


Figura III. Diagrama de fabricación del caucho en hojas

Caucho macizo

La elaboración del caucho natural en forma maciza constituye un avance muy importante puesto que permite comercializar el caucho natural en forma similar a la del caucho sintético y no presenta las desventajas de las hojas ahumadas rayadas.

Breve descripción del proceso

El equipo visitó la fábrica de la Palai Marketing Society, empresa de tipo cooperativo situada en Palai, en el Estado de Kerala. Esta empresa compra látex de plantación y desechos de caucho de pequeños plantadores con arreglo a una comisión. Recoge el látex en sus tanques de coagulación y lo transforma en coágulo. Transporta a continuación este coágulo a la fábrica para proceder a la elaboración de caucho macizo.

Este método de elaboración comprende las siguientes operaciones básicas: a) reducción de tamaño; b) deshidratación; c) extracción de impurezas; d) secado; e) prensado y enfardado; y f) clasificación. Las primeras tres operaciones se efectúan conjuntamente. Una serie de máquinas, es decir, los rodillos maceradores y el molino de martillos, desintegran el coágulo o los desechos de caucho hasta obtener caucho granulado, eliminando al mismo tiempo las impurezas y el agua. A continuación los gránulos elaborados se pasan a los secadores, cuya temperatura se mantiene alrededor de los 100°C. El tiempo de secado depende del tamaño de las partículas. La operación de secado suele requerir de 4 a 8 horas. Los gránulos secos son prensados en caliente (60°C) con una prensa hidráulica. Se preparan fardos de 25 y 50 kg. Seguidamente, se cortan muestras de unos cuantos fardos representativos y se las somete a ensayo para determinar sus especificaciones técnicas. La clasificación se basa en los resultados de estos ensayos. A continuación, los fardos se envuelven en una película de polieteno y se los embala, y luego se los comercializa.

En la figura IV puede verse el diagrama de fabricación correspondiente a este proceso.

Las ventajas de este proceso son:

La calidad estándar y la uniformidad del producto

La mejor presentación del producto

La simplificación de su transporte, almacenamiento y manutención

La posibilidad de aprovechar todo el material cosechado, es decir, el coágulo de látex y los desechos de baja calidad

La reducción de los costos de mano de obra y energía

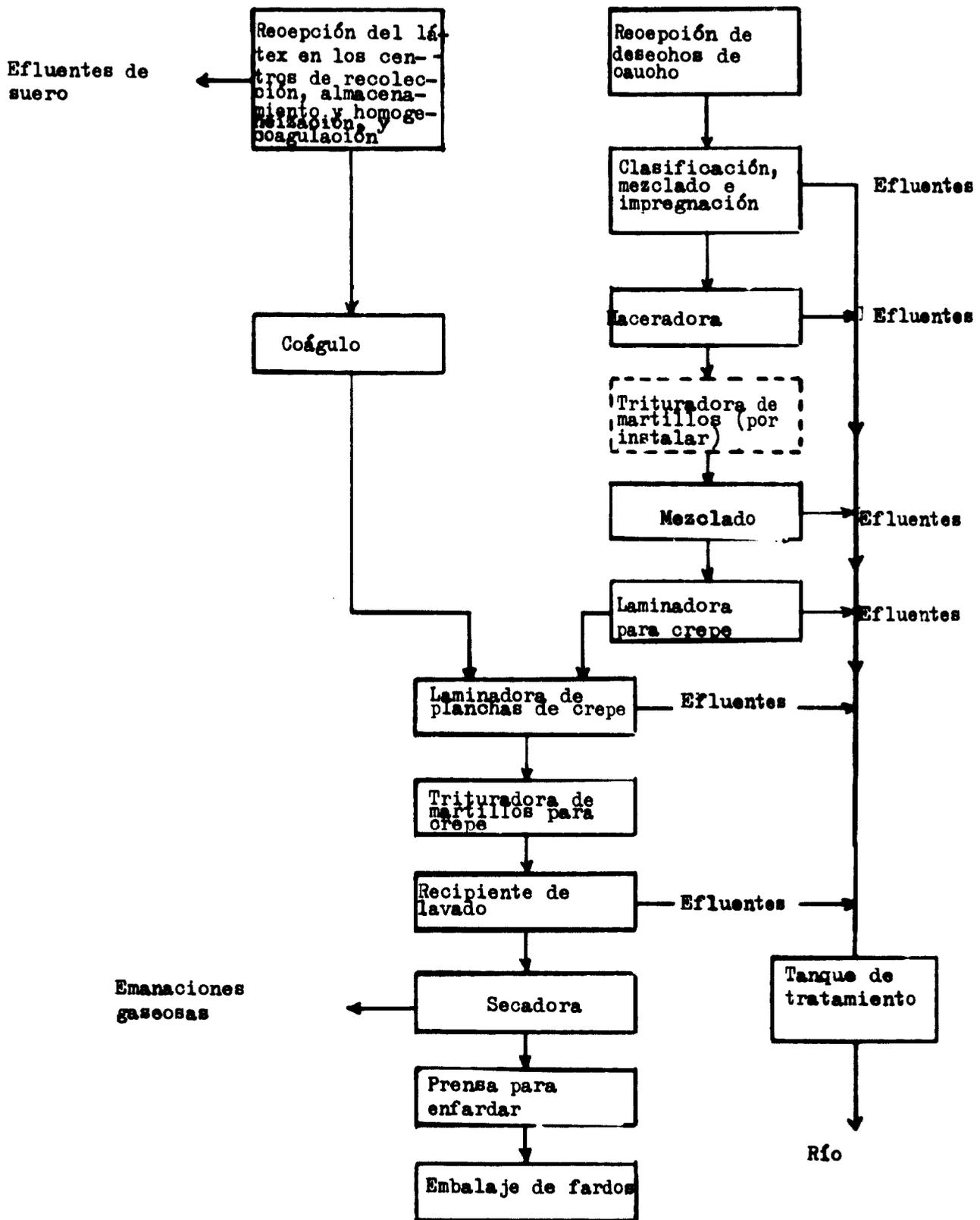


Figura IV. Diagrama de fabricación del caucho macizo en la planta de la Palai Marketing Society

Efectos sobre el medio ambiente

La fábrica está situada en una zona baja con un nivel hidroestático elevado. Los efluentes se recogen en un tanque de tratamiento a partir del cual el agua se va filtrando lentamente a través de la tierra hacia el río adyacente. En el cuadro 2 se da un análisis de los efluentes.

Cuadro 2

Análisis del agua del tanque de tratamiento y de los efluentes de la fábrica de caucho macizo de Palai, Kerala (Fecha de recepción de la muestra: 7 de enero de 1974)

Características o componente	Agua del tanque	Efluentes
Físicas		
Aspecto	Presencia de sedimentos transparentes y marrones	Presencia de sedimentos turbios
pH	6,1	6,0
Conductividad eléctrica (mho)	100,1	700,0
Químicas		
	Partes por millón	
Alcalinidad	44,0	248,0
Cloruros	10,0	26,0
Nitritos	ninguno	ninguno
Nitratos	ninguno	ninguno
Sulfatos	ninguno	15,0
Oxígeno absorbido	1,1	157,0
Amoniacco sin mezclar y sales amoniacales	0,2	15,0
Amoniacco albuminoide	vestigios	22,5
Volumen total de sólidos	80,0	780,0
Dureza: total	40,0	130,0
Hierro	1,4	14,0
Sólidos en suspensión	6,0	105,0
Sólidos sedimentables		5,0
Sulfuros		25,0
DBO para 5 días a 20°C		720,0
DQO		868,0

El pueblo en general, y sobre todo los cultivadores de arroz, formularon quejas cuando la demanda biológica de oxígeno se elevó al comienzo a 700 ppm. La empresa cooperativa sostiene que ha hecho descender el nivel de la demanda bioquímica de oxígeno a 25 ppm mediante aeración y siembra de cultivos de algas con contenido de chlorella.

Durante el verano, cuando el nivel de agua del río es bajo, se pueden bombear los efluentes al vivero de plantas de caucho. Durante las lluvias monzónicas el lecho del río se inunda y pueden descargarse en él los efluentes sin ningún efecto apreciable.

No se ha comunicado ningún tipo de riesgo profesional.

Elaboración del crepe

Breve descripción del proceso

El látex se coagula de la misma manera que para la fabricación de hojas, pero en el caso del crepe, se pasa el coágulo por rodillos pesados que giran a distintas velocidades para producir las características del crepe. El crepe así obtenido se seca al aire, por lo general en el piso superior, a 35°C y no se ahuma. Existen diversos tipos de caucho de crepe. Las calidades superiores se preparan a partir del látex de plantación en condiciones controladas para satisfacer especificaciones precisas, mientras que las calidades inferiores se obtienen a partir de cualquier tipo de desecho de caucho.

Efectos sobre el medio ambiente

Los efectos sobre el medio ambiente son similares a los de la elaboración de caucho macizo.

Industrias auxiliares

Varias industrias pequeñas, algunas de ellas industrias familiares, producen artículos bañados en caucho a partir de látex concentrado. Este tipo de producción podría desarrollarse aún más, puesto que ofrece numerosas ventajas, por ejemplo, una inversión de capital baja, un proceso sencillo, disponibilidad de materias primas y un mercado accesible a los productos. Entre los artículos de caucho producidos figuran cintas, chupetes, globos de juguete y guantes.

Función de las sociedades cooperativas

Las sociedades cooperativas que se han establecido en estos últimos años han facilitado enormemente la labor del pequeño plantador mediante la

distribución, a precios de mayorista, de fertilizantes, plaguicidas, ácidos y otros artículos necesarios, como recipientes de coagulación, cuchillos para el sangrado, etc.; el suministro de información sobre métodos de plantación, y de fertilización con elementos orgánicos, etc.; y la elaboración del látex producido por los miembros de la cooperativa a la mitad del costo que les supondría hacerlo ellos mismos, aparte de las inversiones de capital en que deberían incurrir.

La inversión en cada depósito de recolección administrado por la sociedad cooperativa es de unas 15.000 rupias (\$2.000). El depósito de recolección está provisto del equipo necesario para las labores de elaboración y ensayo, tratándose en estos casos de un equipo superior al que podría costear un miembro cualquiera de la cooperativa. Existe un depósito de recolección para cada cuatro kilómetros cuadrados de plantación. (Véase la fotografía.)

La sociedad cooperativa comercializa las hojas a precios ventajosos almacenándolas para venderlas en el momento oportuno. Paga al contado el látex en el momento de la entrega o sobre una base semanal.

La sociedad otorga créditos a sus miembros hasta una cuantía determinada y a un interés razonable.

El pequeño plantador puede ahorrarse el tiempo que habría de dedicar a la elaboración y venta de su producto. Puede, por ello, concentrarse en actividades de replantación o de ampliación de su plantación, y ocuparse de la preparación y aplicación de fertilizantes orgánicos y demás tareas importantes.



Depósito de recolección de una cooperativa

II. PRODUCCION DE CAUCHO SINTETICO: FABRICA DE BAREILLY (INDIA)

Antecedentes

La fábrica de caucho sintético que el equipo visitó en la India está situada en el centro de la zona correspondiente a la industria del azúcar y de la fermentación de alcohol del Estado de Uttar Pradesh, en Fatehganj-West, a 231 km de Nueva Delhi y a 12 km de la ciudad de Bareilly. Se seleccionó este lugar por las razones siguientes:

- a) Disponibilidad de materias primas, es decir, alcohol procedente de las melazas, un subproducto de la fabricación de azúcar a partir de caña de azúcar;
- b) Abundancia de agua, procedente del río vecino y de pozos entubados; para producir 30.000 toneladas anuales de caucho sintético se requieren unos 9.000 litros de agua por minuto;
- c) Proximidad de canales y del río para la evacuación de efluentes;
- d) Fácil acceso a la línea principal de ferrocarril y a carreteras;
- e) Disponibilidad de tierras para ampliación de la planta.

En el mapa 2 se indica la ubicación de la planta.

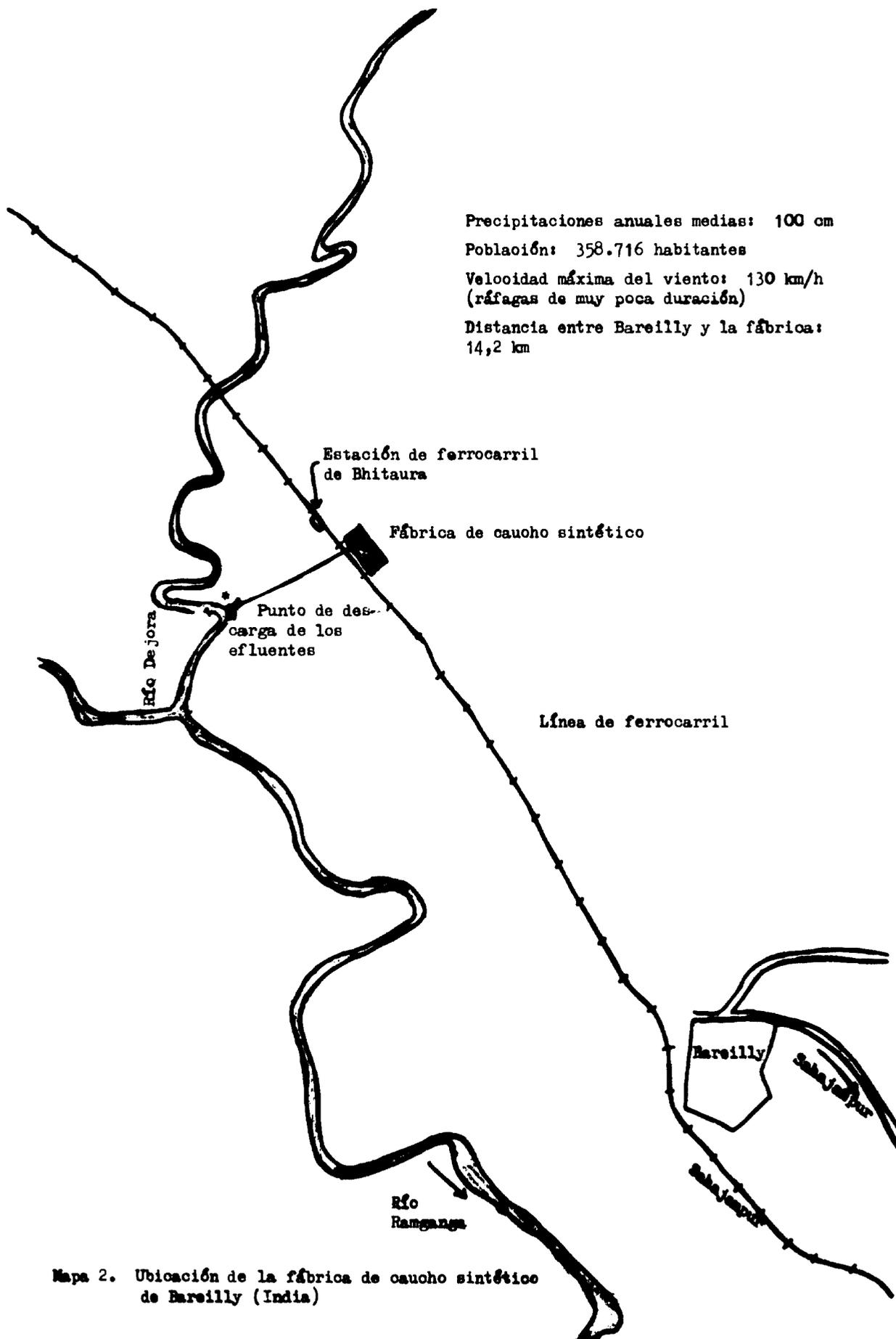
La idea de producir caucho de estireno-butadieno (SBR) tuvo su origen, en el momento en que se pusieron en marcha las operaciones de la planta (1961), en la circunstancia de que la producción de caucho natural de la India era insuficiente para satisfacer la creciente demanda de caucho, sobre todo para la fabricación de neumáticos. En aquel entonces, la India trataba de conservar las divisas que necesitaba para importar maquinaria y equipo pesado. En ese mismo momento, una empresa de los Estados Unidos de América ofrecía una pequeña fábrica de SBR con entrega inmediata y a un costo razonable.

Descripción del proceso y de la producción

La fábrica de caucho sintético en Bareilly está dividida en el sector de producción, el sector de almacenamiento en tanques, y los sectores de servicios generales, talleres y almacenes.

Sector de producción

Las instalaciones de este sector están proyectadas para fabricar 30.000 toneladas anuales de látices y caucho sintético. Las cuatro plantas de elaboración principales son la de etileno y estireno, la de butadieno, la de látex y la de caucho.

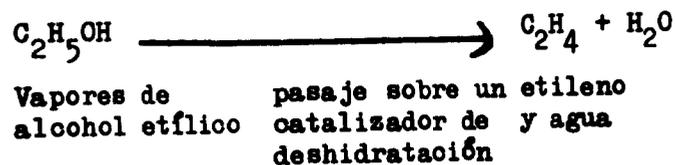


Mapa 2. Ubicación de la fábrica de caucho sintético de Bareilly (India)

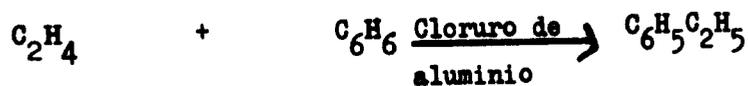
Planta de etileno y estireno

En la planta de etileno y estireno, la fabricación de estireno a partir de alcohol y de benceno se efectúa en cinco fases principales:

Fase 1. Se produce etileno a partir de alcohol etílico, utilizando un tipo de catalizador de deshidratación a alta temperatura según la siguiente ecuación química:



Fase 2. Se produce etilbenceno crudo, llamado "alquilato", a partir de etileno y benceno, utilizando cloruro de aluminio como catalizador, con arreglo a la siguiente ecuación:

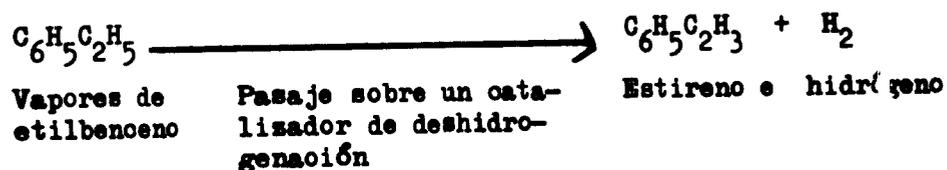


Etileno Benceno Etilbenceno y subproductos

Esta reacción se lleva a cabo en un tipo especial de reactor llamado "alquilizador". El producto (alquilato) está constituido por etilbenceno, dietilbenceno, benceno no combinado y algunos residuos.

Fase 3. Se purifica el alquilato crudo y se divide, por destilación, en etilbenceno y otros subproductos.

Fase 4. Se produce estireno crudo a partir de etilbenceno, utilizando un catalizador especial de deshidrogenación a alta temperatura, con arreglo a la siguiente ecuación:

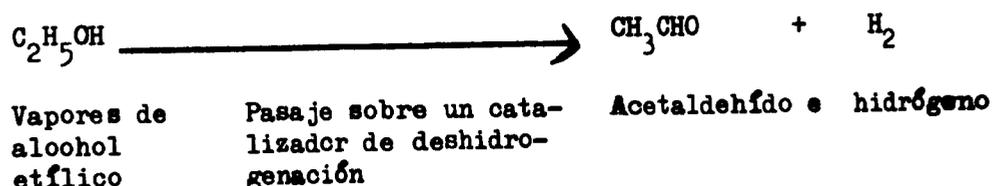


Fase 5. Se purifica el estireno crudo y se separa por destilación al vacío para obtener estireno puro.

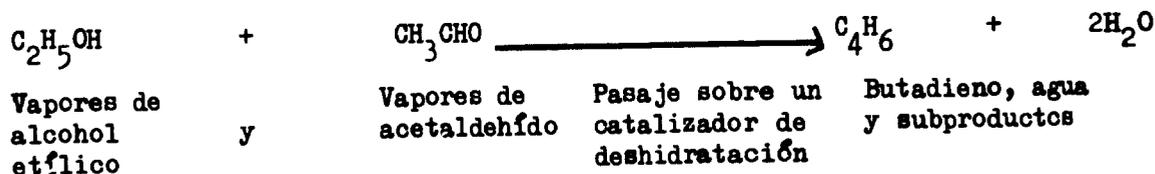
Planta de butadieno

En la planta de butadieno tiene lugar una operación continua, estrechamente integrada, en tres fases.

Fase 1. Se produce acetaldehído crudo a partir de alcohol etílico utilizando un catalizador de deshidrogenación a alta temperatura, con arreglo a la siguiente ecuación:



Fase 2. Se produce butadieno crudo a partir de alcohol etílico y acetaldehído, utilizando un catalizador de deshidratación a alta temperatura, como se indica a continuación:



Fase 3. En la fase 2 se forman, además del butadieno, gases y aceites. En consecuencia, se adoptan las complejas medidas de separación y purificación por destilación que se enumeran seguidamente:

- a) El acetaldehído se recupera, purifica y destila para volver a utilizarlo;
- b) El butadieno se recupera, separa y purifica por absorción y destilación;
- c) Los gases y aceites se separan con miras a su empleo en los hornos de la planta;
- d) El alcohol se recupera y purifica para volver a utilizarlo.

Planta de látex

En la planta de látex, se lleva a cabo la copolimerización del butadieno y el estireno en partículas del copolímero en suspensión acuosa que se conoce como látex. La preparación del látex se realiza en tres fases.

Fase 1-mezclado de materiales. Se mezclan el butadieno y el estireno con gran precisión y se les añade un activador, un modificador y un catalizador emulsionados antes de introducir la mezcla en los reactores.

Fase 2-polimerización de la emulsión. Esta reacción se lleva a cabo en una serie de reactores. El mecanismo de la reacción está representado por la ecuación siguiente:

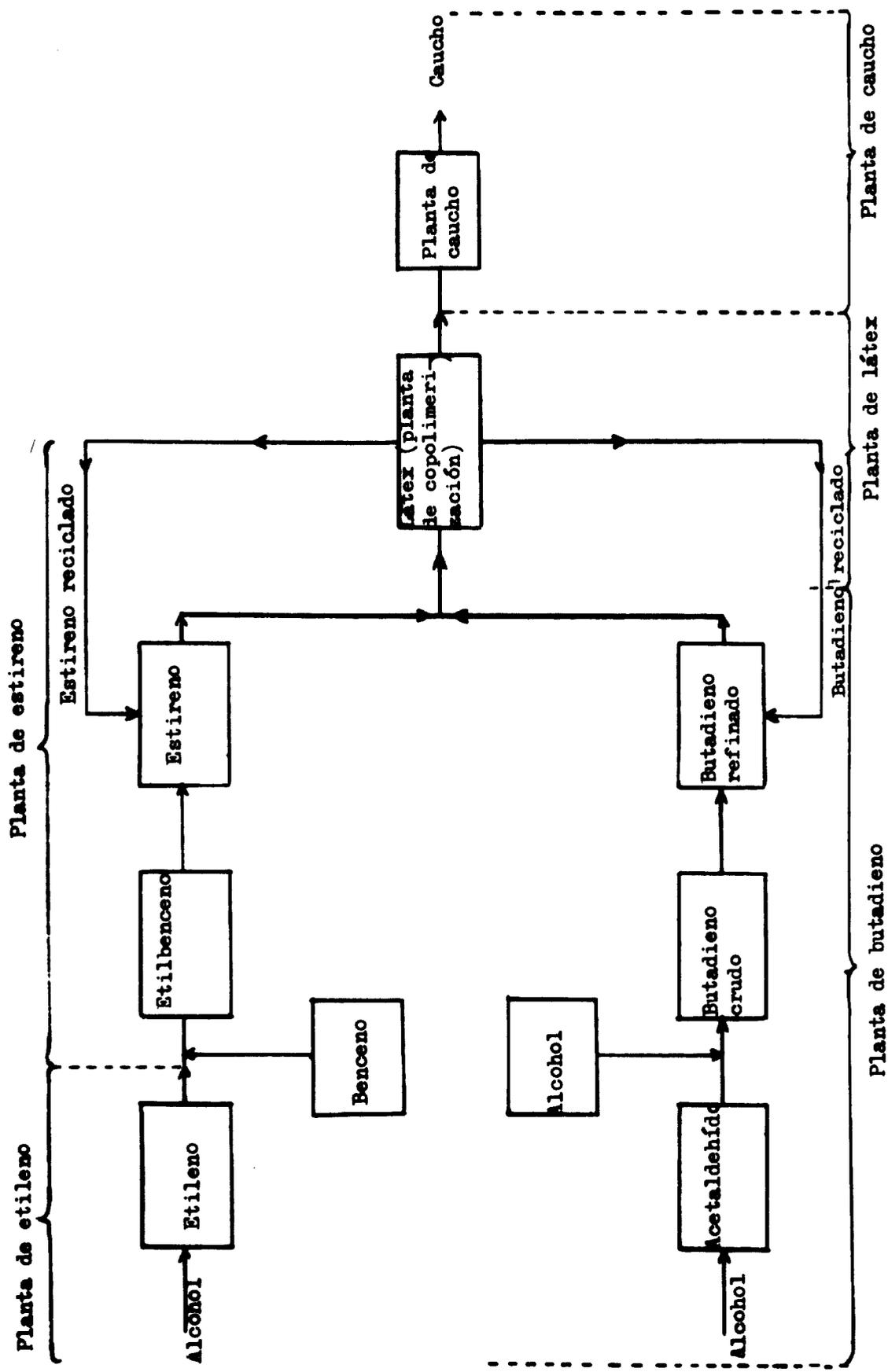


Figura V. Diagrama de la producción de caucho sintético en Bareilly

Sector de servicios generales, talleres y almacenes

A continuación se enumeran las instalaciones de servicios generales, talleres y almacenes.

Producción y distribución de vapor

Dos calderas, con una capacidad de 160.000 libras/hora cada una, producen vapor a 600 libras/pulgada² de presión manométrica. Este sector tiene también instalaciones para la manutención de carbón y cenizas. El carbón se utiliza como combustible.

Generación y distribución de electricidad

Se cuenta con dos turbogeneradores accionados por vapor, con una capacidad de 3.000 kW cada uno. Además, hay un generador diesel de 750 kW de capacidad, para hacer frente a las emergencias. Es preciso contar con una fuente de energía eléctrica propia a fin de garantizar un abastecimiento uniforme.

Abastecimiento y tratamiento de agua

Se extrae agua dulce de cinco pozos entubados profundos situados a lo largo de la parte oeste de la fábrica. El agua destinada a la producción de vapor se trata con cal, yeso y óxido de magnesio en caliente para reducir el contenido de bicarbonato y sílice; a continuación, se la filtra a presión y se la hace pasar por unidades de zeolita caliente, a fin de eliminar la dureza del calcio y del magnesio. El sistema de enfriamiento y recirculación del agua se trata con una sustancia anticorrosiva y ácido sulfúrico a fin de mantener el pH.

Instalaciones de gas inerte, de tratamiento de aguas madre y de servicios diversos

Talleres, almacenes y depósitos para mantenimiento y demás almacenes y depósitos

Consecuencias para el medio ambiente y la sanidad

La fábrica descarga lo siguiente:

a) Emisiones gaseosas a la atmósfera

Chimenea de caldera

Gases del humero 1 x 13,550 SCFM^{1/}
38 x 10⁶ Btu/h^{2/}

Contenido de polvo 0,035 g/SCFM
(estimación) 4,4 t/d^{3/}

^{1/} Pies cúbicos por minuto en condiciones normales.

^{2/} Unidad térmica británica.

^{3/} Thermie por día (1 thermie = 999,9 kcal.).

Chimenea del horno Dowtherm	Gases del humero 4,550 SCFM 4,7 x 10 ⁶ Btu/h
Reactor de estireno	Gases del humero 3,080 SCFM 1,91 x 10 ⁶ Btu/h
Regeneración del reactor de butadieno	Gases 220 SCFM (H ₂ quemado) 0,2 x 10 ⁶ Btu/h
Chimenea de combustión de gases sobrantes	Gases 350 SCFM 2,3 x 10 ⁶ Btu/h

b) Efluentes

A la tierra - Ninguno

A las vías de agua - 337.129 l/h

c) Residuos sólidos

Recortes de caucho - 20 t/a (una pequeña cantidad se vende a pequeños fabricantes de neumáticos para carretillas y el resto se elimina quemándolo)

Lodo recogido en los separadores de aceite (combustible) - 10 t/a (se quema en foso descubierto, en un lugar apartado de la planta pero dentro del terreno de la fábrica)

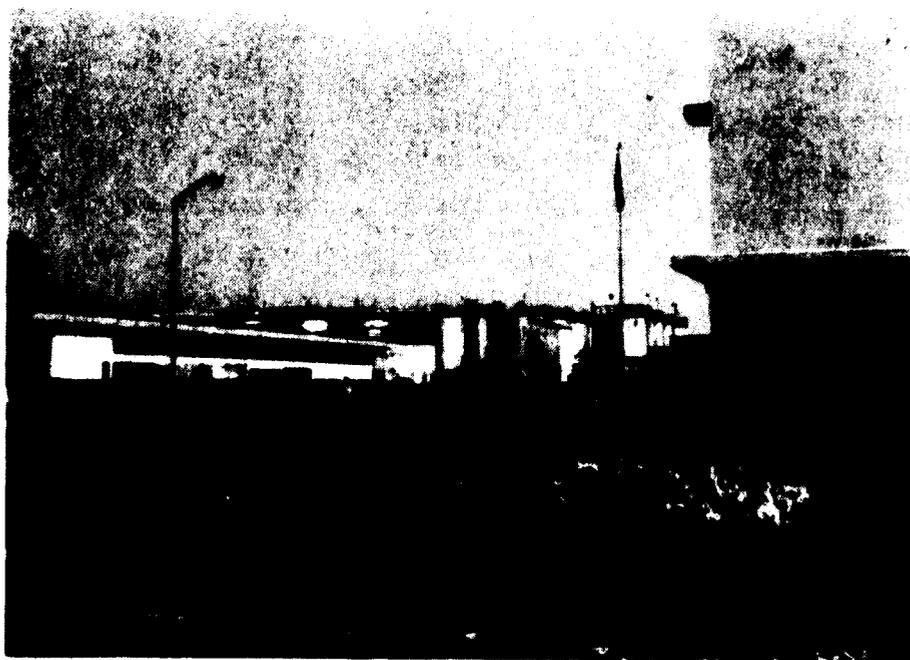
Cenizas de caldera - 60-80 t/d (se hacen pasar por cintas transportadoras hasta unos volquetes, los cuales las acarrearán hasta lugares donde se las utiliza como material de terraplenado)

Emanaciones gaseosas

El carbón utilizado tiene un bajo contenido de azufre (0,5%). No se han señalado efectos perjudiciales como resultado de las emanaciones gaseosas a la atmósfera. La Fábrica es la única que hay en esta región la cual, por tratarse de una zona agrícola, puede absorber cierta cantidad de emanaciones sin consecuencias notables. No se han observado efectos perjudiciales en la vegetación circundante. De hecho, la fábrica tiene un hermoso jardín con flores (véanse las fotografías).

Efluentes

Se vierten en el Río Dejora unos 5.500 litros/m de efluentes por una tubería de 4 km de largo y 30 cm de diámetro (tuberías con revestimiento). En los primeros tiempos, el nivel de la demanda biológica de oxígeno de la descarga en el río era de unas 3.000 ppm, y se recibieron quejas de los habitantes de los pueblos relativas al fuerte olor. Ahora, después del tratamiento, el nivel de la demanda biológica de oxígeno es aproximadamente de 750 a 1.200 ppm. La norma fijada por el Gobierno del Estado de Uttar Pradesh para la demanda biológica de oxígeno de los efluentes es de 200 ppm; la dirección de la planta



Vista del jardín, con la fábrica de caucho sintético de
Bareilly al fondo

ha pedido al National Environmental Engineering Research Institute, NEERI (Instituto Nacional de Investigaciones en Ingeniería del Medio Ambiente), en Nagpur, que lleve a cabo un estudio y sugiera medidas (tratamiento bacteriológico u otras) capaces de modificar las características de los efluentes a fin de que satisfagan las normas del Estado. La dilución en el río es, aproximadamente, de 1:50 en verano y de 1:250 durante la estación de lluvias. En el mapa 2 se muestra la forma en que se descargan los efluentes.

A través de pozos filtrantes y 10 grandes lagunas se envían aproximadamente 675 l/m de efluentes al canal Sanka Nulla (un canal con agua perenne utilizado para el riego). Las lagunas están excavadas en la tierra en forma de zig zag y cada laguna está dividida en dos partes a fin de aumentar la trayectoria de la corriente y el tiempo de retención. Se observó un crecimiento de algas en la superficie del agua de ambas lagunas y en el canal (véanse las fotografías de las lagunas).

A continuación se reproducen análisis típicos del agua de pozo, de los efluentes descargados en el río Dejora (promedio de 1974) y del agua del río a 200 metros, aguas abajo, del punto de descarga.

Análisis del agua de pozo

Dureza total (expresada en CaCO_3)	55 ppm
Valor de M	242 ppm
Cloruros	38 ppm
Sílice (SiO_2)	22 ppm
Dureza de Ca	40 ppm
Conductividad	495 micromho/cm ³
pH	7,8

Análisis de los efluentes descargados en el río
(promedio de 1974)

pH	5,5 ppm
Turbidez	150 ppm
Total de materias sólidas	2.865 ppm
Cloroformo libre	194 ppm
Total de materias sólidas disueltas	2.442 ppm
Cloruros (expresados en ClNa)	1.208 ppm
Dureza total (expresada en CaCO_3)	491 ppm
Dureza del calcio (expresada en CaCO_3)	161 ppm



Una de las lagunas para tratamiento de efluentes con la
fábrica de caucho sintético al fondo



El canal en que se descargan los efluentes de las lagunas

Conductividad	2.855 micromho/cm ³
DBO a 20°C durante 5 días	750 - 1.200 máx.
DQO	200 ppm

Análisis del agua del río Dejora a 200 metros, aguas abajo,
del punto de descarga (el 25 de febrero de 1975)

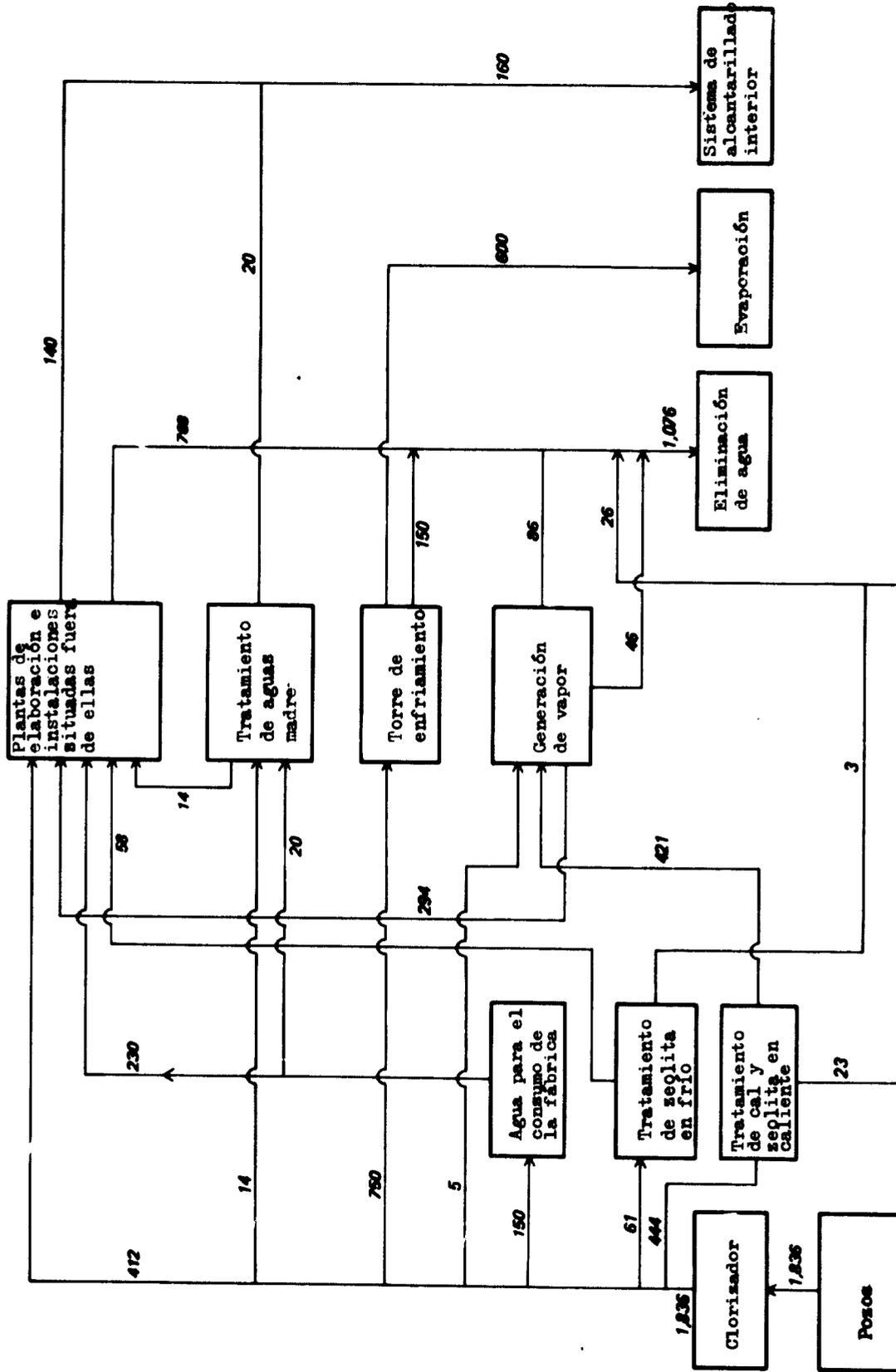
pH	8,6
Carbonatos (expresados en CaCO ₃)	62 ppm
Bicarbonatos	306 ppm
Alcalinidad total	368 ppm
CO ₂	ninguna
Oxígeno disuelto	5,3 ppm
DQO	54 ppm

Residuos sólidos

Los principales residuos sólidos son la ceniza de soda procedente de la planta de ablandamiento del agua y los grumos de tamaño inferior al normal procedentes de la producción de caucho. La ceniza de soda se utiliza como material de terraplenado. Según se ha observado en el terreno de la fábrica, la ceniza de soda tiene un efecto favorable sobre el crecimiento de las plantas. Los grumos de desecho se utilizan como materiales de terraplenado o se venden a precios insignificantes.

Utilización de recursos

En total hay cinco pozos, cada uno de 108 m de profundidad y capaz de suministrar 2.250 l/m. Se requieren 4 pozos para alcanzar la plena capacidad de producción de 30.000 toneladas anuales de caucho SBR, para lo cual se utilizan aproximadamente 12 millones de litros diarios de agua. De esta cantidad, una cuarta parte va a la caldera, otra cuarta parte se convierte en agua de relleno para el sistema de enfriamiento y la mitad restante se utiliza para otros fines, incluida la elaboración. En la figura VI se da un diagrama sinóptico de la utilización del agua para la producción corriente (1.836 galones (8.262 litros)/m procedentes de los pozos).



Nota: Las cifras expresan galones por minuto

Figura VI. Diagrama sinóptico de la utilización del agua

Las calderas, calentadas con carbón, consumen 450 toneladas diarias, ó 135.000 toneladas anuales, de carbón. Las demás materias primas consumidas son:

alcohol (litros anuales)	54 millones
benceno (toneladas anuales)	2 millones
cal (toneladas anuales)	700
resina de pino desproporcionada (toneladas anuales)	1.000
aceite diluyente muy aromático (toneladas anuales)	3.500

<u>Catalizadores e iniciador</u>	<u>cantidad (t/a)</u>	<u>Finalidad</u>
"Filtrol" (arcilla activada)	49,8	Deshidratación del alcohol etílico para transformarlo en etileno
"Shell 105" (óxido de hierro)	12	Deshidratación del benceno para transformarlo en estireno
"Filtrose" (revestimiento de cobre y aramo sobre un material inerte)	24	Transformación del alcohol en acetaldehído
Pentóxido de tántalo	32-48	Transformación de la mezcla de alcohol y acetaldehído en butadieno
Hidroperóxido de parametano . (Iniciador)	50	Iniciación de a) la polimerización del estireno y el butadieno en frío, a 5°C, b) la polimerización en caliente, a 50°C, con pequeñas cantidades de fosfato potásico

Los catalizadores se eliminan de la siguiente manera: el "Filtrol" y el "Shell 105" se descargan en la tierra y se utilizan como materiales de terraplenado. El "Filtrose" y el pentóxido de tántalo se conservan en tambores. El proceso que se utiliza para recuperar el pentóxido de tántalo resulta particularmente costoso.

Riesgos profesionales

Según el médico de la fábrica, no se han registrado casos de enfermedades profesionales con excepción de unos pocos casos de dermatitis debidos al contacto con el acetaldehído. La legislación vigente exige que se efectúen exámenes periódicos a las personas que están en contacto con benceno, por lo

cual se lleva un registro de dichas personas. Las personas empleadas en operaciones de limpieza con ohorro de arena y pintura con pistola también se someten a exámenes periódicos.

La manipulación de monómero de acronitrilo en la fabricación de caucho de nitrilo a escala experimental es una esfera de peligro potencial, por lo cual los efluentes de la planta experimental son aislados, tratados con cloruro y diluidos antes de su evacuación.

Hay una cantidad notable de polvo de tiza en el aire cuando se enfarda el caucho, y los trabajadores de esta sección aspiran tiza constantemente. En otros lugares, el amoníaco y los vapores calientes, que pueden causar trastornos respiratorios, son bastante fuertes. La sección de limpieza por ohorro de arena, en la cual se limpian con ohorro de arena las tuberías antes de aplicarles un revestimiento, también presenta un peligro potencial para la salud de los trabajadores. Se suministran máscaras de gas pero, como ocurre en muchas industrias, casi nunca se utilizan.

Efectos sociales y económicos

Efectos sociales

La fábrica se estableció en 1961, en un erial situado en medio de zonas de cultivo de caña de azúcar. Se decía que el lugar era un antiguo campo de batalla y tenía cierta importancia histórica. En 1961, se señaló al equipo que en esta zona no podía conseguirse ni siquiera una taza de té. En la actualidad, el tranquilo pueblo agrícola está rebosante de actividad.

Cuando la fábrica se puso en marcha, no se disponía de mano de obra calificada. Los trabajadores sólo tenían experiencia en trabajos agrícolas pero era posible impartirles capacitación y la fábrica tomó a su cargo esa tarea. Actualmente, éste emplea a 1.570 trabajadores, cuyos salarios anuales representan un total de 10 millones de rupias (1,3 millones de dólares).

Se ha creado un barrio de viviendas con capacidad para 220 empleados, en su mayoría personal de supervisión, que pagan alquileres subvencionados. El barrio está bien trazado y cuenta con los servicios siguientes, entre otros: piscina, canchas de tenis, un local social y escuelas. Unos 400 trabajadores viven en el pueblo vecino y van a la fábrica a pie o en bicicleta. Los que viven en pueblos más alejados reciben una asignación para bicicleta. Doscientos trabajadores viven a unas 6 millas de distancia de la fábrica, es decir, aproximadamente a medio camino entre Bareilly y la fábrica, en un

barrio de casas que pertenece al Gobierno, y otros 750 viven en Bareilly. Se proporciona transporte gratuito desde Bareilly y el barrio de casas del Gobierno.

La dirección de la fábrica se interesa de manera especial por la seguridad en el interior de la fábrica, y ésta ganó un premio nacional de seguridad en 1973 por haber registrado la tasa de accidentes más baja de la industria química y el período más largo sin accidentes.

La fábrica cuenta con centro médico que está a cargo de un facultativo empleado a tiempo completo. Además, hay un encargado de sala para cada turno.

Se ha fomentado la creación de industrias auxiliares en la localidad, algunas de las cuales fabrican y suministran a la fábrica incluso equipo complejo como válvulas de control y diafragmas. El equipo y los repuestos, que anteriormente se importaban, se producen en los talleres de la fábrica.

Aspectos económicos de la producción

Durante muchos años, la empresa no realizó beneficios. Había muchas razones para ello. En los primeros años, la demanda de caucho SBR era insuficiente para que la fábrica trabajara a plena capacidad. La India importaba caucho natural de Malasia a fin de compensar la diferencia existente entre sus necesidades y su propia producción de caucho natural. Los fabricantes de neumáticos no se sentían muy inclinados a utilizar caucho SBR en lugar de caucho natural, pero el Gobierno les obligó a utilizar cierto porcentaje de SBR si querían obtener licencias para importar más caucho natural. El precio del SBR, fijado por el Gobierno, era superior al del caucho natural debido al elevado costo del alcohol el cual, a su vez, se debía a un impuesto adicional sobre el alcohol aplicado por el Gobierno de Uttar Pradesh.

Las inversiones de la empresa en 1973 sumaron 15,92 millones de dólares, y su volumen de ventas anuales se estimó en 14,1 millones de dólares. La subutilización de la capacidad instalada -la producción ascendía a un 70% de la capacidad instalada de 30.000 toneladas anuales- se debía a una escasez de carbón y materias primas como el benceno, y a los trastornos laborales ocurridos durante los últimos años. En 1973, año para el cual se dispuso del informe anual de la empresa, los trabajadores de la empresa estuvieron en huelga durante 77 días.

El llamamiento que la empresa hizo al Gobierno para que se aumentara el precio controlado del SBR no tuvo mucho éxito; el Gobierno ha remitido la cuestión de una revisión general de la estructura del precio del caucho sintético a la Comisión de Aranceles.

El costo total de todas las medidas de lucha contra la contaminación no representa más del 1% de los gastos operacionales totales. Ello incluye el costo de los productos químicos, la mano de obra y la energía necesarios para el tratamiento del agua y los efluentes, así como el costo del centro médico.

Planes de ampliación y diversificación

La empresa tiene planes de ampliación, cuya ejecución dependerá, desde luego, de: a) la disponibilidad de materias primas y la demanda de SBR, teniendo en cuenta la necesidad de satisfacer la demanda proyectada de neumáticos; y b) el ambicioso programa de la industria del caucho natural, cuyo objetivo es doblar su producción en 1980.

La empresa tiene una licencia para fabricar 2.000 toneladas de caucho de nitrilo. Se ha terminado la construcción de una planta piloto y ha empezado la producción experimental. Está a punto de terminarse una planta experimental para polímeros de nitrilo (plásticos ABS) y se prevé que empezará en breve la fabricación de series de prueba. El método utilizado en la fabricación del caucho de nitrilo y de los polímeros de nitrilo se basa en el proceso elaborado en el National Chemical Laboratory (Poona) y en el Sri Ram Institute for Industrial Research (Nueva Delhi).

La empresa tiene asimismo el proyecto de diversificar la producción, fabricando cables de acero y correas transportadoras de materias textiles reforzadas y CPV sólido.

III. PRODUCCION DE CAUCHO SINTETICO: FABRICA DE HYTHE (REINO UNIDO)

Antecedentes

La empresa elegida para el estudio es la mayor productora de caucho sintético del Reino Unido de Gran Bretaña e Irlanda del Norte.

A fines de la segunda guerra mundial, el caucho sintético ya había pasado a ocupar un lugar importante en la industria del caucho, pero el Reino Unido no contaba con instalaciones de producción. Las importaciones de caucho sintético aumentaron de 2.773 toneladas en 1947 a 20.454 toneladas en 1955. De esta última cifra, 16.000 toneladas correspondieron al SBR. La industria pasaba por una situación difícil, pues el país carecía de dólares para pagar las importaciones. Ningún fabricante de neumáticos o de artículos de caucho para usos generales podía permitirse el lujo de disponer de instalaciones de producción propias que le proporcionasen el caucho sintético necesario. En noviembre de 1955, se constituyó la empresa como un consorcio de fabricantes de neumáticos y de artículos de caucho para usos generales. En octubre de 1958, la fábrica empezó a funcionar oficialmente en unos terrenos de 21,85 hectáreas situados en Hythe, cerca de Southampton, muy próximos al estuario formado por los ríos Itchen y Test. La fábrica tenía 400 empleados y una capacidad de producción de 70.000 toneladas anuales. Sus gastos de instalación ascendieron a 12,5 millones de dólares. Se calculaba que esta fábrica reportaría al país un ahorro en divisas de 25 millones de dólares anuales.

La fábrica forma parte de un complejo industrial que alberga a la segunda refinería, por orden de importancia, que tiene en Europa una de las principales empresas petroleras. La refinería proporciona una cuarta parte del petróleo del Reino Unido. Dicha empresa petrolera dedica casi el 50% de sus inversiones a productos químicos de partida para la obtención de materias primas con destino a las industrias del caucho, de los plásticos, textil y química. Esta empresa produce 44.000 toneladas anuales de caucho de butilo, utilizado principalmente para la fabricación de cámaras de aire, y es la mayor productora europea de caucho de butilo. Otras plantas del complejo producen polietileno; productos químicos orgánicos; y aire, hidrógeno, nitrógeno y oxígeno licuados.

El factor que más influye en la elección del emplazamiento de la fábrica de caucho sintético fue su proximidad y fácil acceso a la fuente de monómeros. La fábrica se halla estratégicamente situada a menos de 1.600 m de la refinería de petróleo, que le proporciona los monómeros de butadieno y las materias primas para la producción de estireno en la propia fábrica. Para facilitar el empleo

de buques cisterna hubo de elegirse un lugar de gran calado. Además, una fábrica de este tamaño necesita diariamente unos 50 millones de litros de agua para fines de refrigeración y alrededor de 5 millones de litros para el proceso. El agua de refrigeración se obtiene del mar, y el agua del proceso, de los ríos. Las aguas residuales, previamente tratadas, se descargan en el mar.

Los terrenos se obtuvieron en 1956 mediante un arriendo por 99 años. La refinería se construyó sobre elevaciones arenosas o terrenos ganados al mar, de poco valor agrícola. La zona en cuestión se compone de pastizales pobres y terrenos de brezal que se elevan, en suave inclinación, de 0 a 35 metros sobre el nivel del mar. En esta zona existen numerosos arroyos y abundan los prados pantanosos. Southampton tiene 200.000 habitantes, pero esta cifra se eleva a 350.000 si se incluyen los territorios circundantes. En el mapa número 3 se indica la ubicación de la fábrica de caucho sintético.

Descripción del proceso y la producción

El SBR, en forma sólida como grumo y en forma líquida como látex con gran proporción de materias sólidas, es el principal tipo de caucho que se produce en la fábrica de Hythe. La producción total es de unas 250.000 toneladas anuales, de las que una pequeña parte (30.000 toneladas) consiste en ABS y látices especiales. El monómero de butadieno se obtiene de la refinería próxima por medio de tuberías, y el monómero de estireno se produce en la propia fábrica. El SBR se obtiene mediante el proceso de polimerización por emulsión.

El estireno se produce a base de etileno y benceno, previamente transformados en etilbenceno, lo que se consigue mediante la reacción del alquilato en presencia de un catalizador. A continuación, el etilbenceno es deshidrogenado, para lo cual se hace pasar a levada temperatura sobre un catalizador, produciéndose entonces estireno e hidrógeno. El estireno se purifica y separa por destilación al vacío, y el hidrógeno se quema, por no considerarse económico purificar el gas y recogerlo.

Entre los diversos métodos de producción de SBR, el de polimerización por emulsión es el más frecuentemente utilizado, si bien una parte considerable de este tipo de caucho se obtiene mediante polimerización por solución, lo que permite controlar más de cerca la estructura de sus moléculas individuales y conferirle así propiedades diferentes a las del SBR producido por emulsión. En el proceso de polimerización por emulsión, la solución de jabón, el catalizador, el activador y el modificador se añaden a la mezcla de estireno y butadieno antes de que ésta pase a los reactores de polimerización. El catalizador utilizado

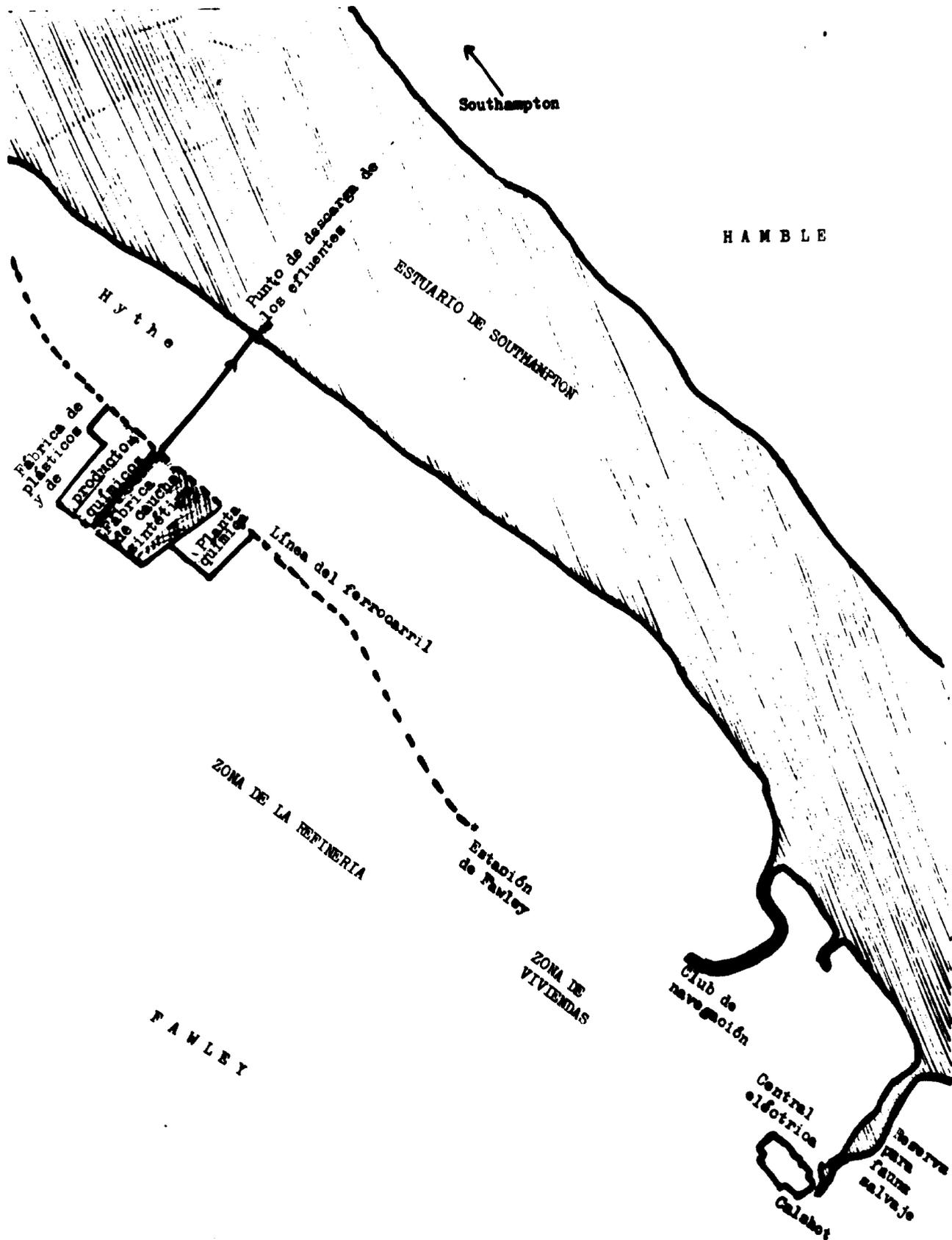
es un hidroperóxido. Las soluciones se realizan con agua del río Avon previamente depurada. La fábrica emplea el procedimiento de polimerización en frío a 5°C, lo que representa una mejora respecto del proceso en caliente antes utilizado.

La emulsión con los monómeros y los aditivos es enfriada, antes de pasar a los reactores, por medio de un refrigerante a base de amoníaco (salmuera enfriada). La polimerización se realiza hasta lograr transformar en caucho un 60% del monómero. A partir de esta cifra, la tasa de reacción disminuye, en detrimento de la calidad del producto. La mezcla resultante es una emulsión lechosa llamada látex. En esta fase, se añade al látex una solución interruptora "short-stop" para detener la polimerización.

La recuperación de los monómeros que no han reaccionado es esencial para lograr una producción económica de caucho sintético. El butadieno, cuyo punto de fusión es más bajo que el del estireno, se separa primeramente del látex en un depósito de destilación en vacío a 27° - 32°C, comprimiéndose y condensándose los vapores en un colector. Al colector va a parar una pequeña cantidad de agua, que es evacuada periódicamente. El estireno se recupera mediante inyección de vapor a través de una chapa perforada de la que se elevan columnas de destilación a una temperatura aproximada de 60°C, condensándose y recogándose en un colector la mezcla resultante de vapor y estireno. La capa superior de estireno es decantada y reciclada; y la capa inferior de agua, que contiene algún estireno, es evacuada. Los sólidos de caucho atascan periódicamente los vacuoextractores y los extractores al vapor, y han de ser retirados con la mano y después con vapor o chorros de agua. Esta operación, además de poner los extractores fuera de servicio, produce gran cantidad de agua residual.

Después de añadir un antioxidante para estabilizar el látex, éste es bombeado a los depósitos de coagulación, en los que se vierte salmuera y ácido sulfúrico diluido para coagular las partículas de caucho. El grumo coagulado se separa del líquido en una criba de sacudidas. A continuación, vuelve a suspenderse y a lavarse con agua en otro depósito, tras lo cual es deshidratado mediante un filtro de vacío y secado con aire caliente en una cinta sin fin. Una vez seco, el caucho se pesa y se prensa en balas de 30 kilos cada una, que, tras ser envueltas en una película de polietileno, pasan al almacén ya listas para ser enviadas a los clientes.

Parte del SBR sólido se prepara como caucho diluido con aceite, añadiéndose más de un 30% de aceite al látex antes de que éste se coagule y se convierta en



Mapa 3. Ubicación de la fábrica de caucho sintético de Hythe (Reino Unido)

caucho sólido. La adición de aceite confiere cualidades que facilitan la elaboración del caucho y lo hacen particularmente aceptable para ciertas industrias de fabricación de artículos de caucho.

En esta fábrica, también se utiliza la polimerización por emulsión para obtener látex de SBR, siguiéndose a tal fin el mismo proceso que para la producción de grumos, salvo las operaciones de coagulación del látex, lavado, secado y embalaje. Alrededor del 10% de todo el SBR producido se vende como látex y se utiliza para engomado de tejidos por inmersión para la fabricación de neumáticos, engomado de reversos de tapices, engomado de papel o para fabricar espuma de látex. Se emplea de manera creciente en adhesivos y puede utilizarse para mejorar el asfalto y estabilizar terrenos.

Efectos sobre el medio ambiente

El equipo investigó diversos aspectos del medio ambiente natural, con objeto de determinar los efectos ocasionados en el medio ambiente por la fábrica de caucho sintético de Hythe. Siempre que fue posible, se recogieron datos del fabricante, de funcionarios de la administración local y de la administración central, y de informes anteriores. Aunque parte de los datos necesarios no existía o no podía obtenerse en el plazo asignado para realizar el estudio, los datos disponibles permitieron evaluar las descargas gaseosas a la atmósfera, las descargas hidrológicas y la eliminación de residuos sólidos.

Fuentes de contaminación

Emanaciones gaseosas

Las principales descargas a la atmósfera procedentes de las fábricas de caucho sintético se deben normalmente al combustible fósil utilizado para proporcionar energía, vapor y gas combustible. La fábrica de Hythe utiliza 2 calderas, cada una de las cuales emite gases que contienen SO_2 , CO y elementos químicos similares. La única medida adoptada para controlar estos contaminantes consiste en dotar a las calderas de chimeneas de cierta altura. La chimenea de 67 metros de altura construida en 1969 ayuda a disipar con más eficacia el humo descargado en la atmósfera, con lo que se minimiza el efecto de los contaminantes en la zona circunvecina. Además, el combustible es eficazmente quemado para producir vapor; su contenido en azufre es de un 3%.

Durante la desorción del látex parcialmente polimerizado se produce el escape de los vapores de butadieno y estireno. El olor de estos monómeros impregna la zona correspondiente a la fábrica. Sin embargo, no existen datos sobre la concentración de estos contaminantes y se desconoce si entrañan algún riesgo para la salud. Por ejemplo, los vapores de estireno pueden resultar peligrosos en espacios reducidos y, cuanto menos, desprenden un olor desagradable para los operarios de la fábrica y los vecinos.

Antes de efectuar la polimerización de los monómeros, se enfría la emulsión con un refrigerante amoniacal. En esta zona se notaba olor a amoniacal, pero no se determinó el nivel del gas dentro de la misma. Según informes publicados, el nivel máximo de gas amoniacal permitido en un local cerrado es de alrededor de 70 mg/m^3 de aire. Se recomienda que se efectúen unas cuantas pruebas en esta zona a fin de determinar si el nivel del amoniacal es tan elevado como para justificar la adopción de medidas encaminadas a reducirlo.

A veces se producen descargas de ciertos vapores nocivos a causa de una manipulación indebida. Gases tales como el etileno, utilizado en la producción de estireno, y la hidroquinona, empleada en la fase interruptora, pueden tener efectos nocivos para los operarios y para el medio ambiente circunvecino. Por ejemplo, ciertas especies de plantas son sumamente sensibles a los vapores de etileno, y la hidroquinona puede irritar los ojos o, en concentraciones elevadas, tener efectos tóxicos sobre el operario. No había indicios de que se estuvieran produciendo escapes de esta clase de vapores a un nivel perjudicial para el operario o para la vegetación de la zona.

La dispersión de los contaminantes del aire depende de la fuerza y de la dirección del viento. Durante todo el año, el viento sopla mayormente del sudoeste. En este sentido, la fábrica está muy mal situada, pues el viento sopla sobre ella y pasa después a las zonas comercial y residencial de Southampton. Por suerte para los residentes de Southampton, en la actualidad los niveles de contaminación se mantienen al mínimo.

Efluentes

La contaminación del agua es, con mucho, la más importante de las originadas por la industria del caucho sintético. Entre los contaminantes que contienen las aguas residuales procedentes del proceso de fabricación figuran los residuos de grumos, los catalizadores agotados, los monómeros que no han reaccionado y los agentes emulsionantes. Estos contaminantes crean grandes concentraciones de sólidos en suspensión y elevadas DBO y DQO. Para evaluar con exactitud los efectos de los efluentes de aguas residuales, deben vigilarse los siguientes parámetros de contaminación: DBO, sólidos en suspensión, pH, DQO y aceite y grasa. La presencia de metales pesados, cianuros y fenoles en las aguas residuales no es lo suficientemente importante para que merezca vigilarse. En la fábrica de Hythe se ensayan de manera continua tres de los parámetros anteriormente citados: la DBO, los sólidos en suspensión y el pH. Antes de que los efluentes lleguen al mar, la concentración de la DBO se ha reducido a menos de 20 ppm, la concentración de sólidos en suspensión es de unas 30 ppm, y el pH se mantiene entre los valores de 5 y 9.

Durante la obtención de grumos por emulsión, se producen diversos tipos de aguas residuales en diferentes fases del proceso. Estos efluentes se hacen pasar por último a las instalaciones de tratamiento. En la fábrica de Hythe, tanto los monómeros de estireno como los de butadieno se almacenan en tanques, en pequeñas zonas dispuestas al efecto. Estas zonas han sido debidamente protegidas con diques para evitar que los derrames excesivos pasen directamente al sistema de efluentes. Antes de que el butadieno se combine con el estireno para la polimerización, se hace pasar al primero por una solución de sosa cáustica a fin de eliminar cualquier inhibidor añadido durante el almacenamiento. La solución de sosa cáustica usada, de elevado pH e intenso color, pasa directamente al tubo de salida. El volumen de esta solución que se descarga es sumamente bajo. Antes de entrar en los reactores de polimerización, la mezcla de monómeros se combina con una solución de jabón en un medio acuoso. El agua utilizada para dichas soluciones, unos 4,5 millones de litros diarios, se obtiene del Avon por medio de tuberías y es depurada al llegar a la fábrica. También se la utiliza en el acabado del caucho y del látex,

y para la generación de vapor. No existían datos fácilmente disponibles que permitieran determinar la cantidad de agua procedente del Avon que utiliza la fábrica. Durante los períodos en que el caudal del río es bajo, este volumen de agua puede tener efectos importantes en el medio acuático y en el nivel de las aguas subterráneas vecinas. Sin embargo, como el Avon recibe sus aguas de manantiales de capas profundas que tienen su origen en depósitos de creta, y como la fábrica cuenta con una fuente de agua dulce para casos de emergencia, se estima que el volumen de agua extraída del Avon para la elaboración de caucho sintético tiene un efecto mínimo en su corriente y en el medio ambiente del lugar.

En el proceso de polimerización en frío, la emulsión monomérica es enfriada con agua de mar antes de introducirla en los reactores. El agua de mar también se emplea para fines de refrigeración en la zona de captación. El volumen diario utilizado es de unos 45 millones de litros. El agua de refrigeración se combina con el agua dulce descargada en las instalaciones de tratamiento, y es conducida al estuario a una temperatura ligeramente superior. Como la temperatura del efluente sólo es unos pocos grados superior a la que tiene el agua en el momento de ser captada, los efectos químicos en el estuario son mínimos.

En la fase de desorción al vapor, se recuperan los monómeros que no han reaccionado. El agua residual de este proceso está cargada de monómeros que han reaccionado parcialmente, en forma de materias orgánicas disueltas y separables. El agua se hace pasar a un pozo de grumos, donde las materias orgánicas separables forman una capa superior flotante. Esta capa es espumada y recogida, mientras que la capa inferior, clarificada, se hace pasar a las instalaciones de tratamiento por el conducto de salida del efluente.

El látex es llevado a un depósito de mezcla en el que se coagula mediante la adición de líquido coagulador. Puede añadirse aceite para lograr una variedad de caucho diluido. El grumo coagulado se separa del licor coagulador. Parte de este último es reciclado, y la parte sobrante, compuesta de ácidos usados, materias orgánicas disueltas y sólidos en suspensión y disueltos, se hace pasar a un pozo de grumos. En él, los grumos de caucho flotantes se separan y recogen, mientras que lo que no queda separado por flotación se descarga por el conducto de salida del efluente.

El grumo del proceso se lava y se deseca. Parte del agua de lavado es reciclada, mientras que el resto se hace pasar al mismo pozo de grumos como sobrante de la coagulación. El agua de lavado sobrante tiene un elevado contenido de materias sólidas en suspensión y disueltas y de materias orgánicas disueltas. La fábrica de Hythe sólo dispone de un pozo para la fase de desorción y de un pozo para el líquido coagulador y el agua de lavado sobrante. Cada pozo de grumos debe consistir en una unidad doble que permita separar debidamente los grumos en casos de emergencia y durante la limpieza del pozo.

La eliminación principal de residuos tiene lugar en las tres fases de elaboración del caucho sintético: recuperación de monómeros, coagulación y lavado. También se produce agua residual al efectuar la limpieza del equipo y el lavado de la zona, ya que ello libera grandes cantidades de látex no coagulado y de materias orgánicas y sólidos en suspensión y disueltos. Todo el agua residual, cargada de contaminantes, se hace pasar a las instalaciones de tratamiento.

Las instalaciones de tratamiento de la fábrica Hythe consisten en un depósito de decantación circular y giratorio, al que se añaden cal y alumbre para coagular los sólidos en suspensión y neutralizar la acidez del efluente. El agua residual se hace pasar después a tres estanques de decantación, donde se produce otra coagulación antes de que esta agua se combine con el agua de mar refrigerante y pase al estuario. Los agentes floculantes, como el alumbre, utilizados en este proceso de tratamiento dan lugar a un voluminoso producto residual. Según los datos disponibles, las instalaciones de tratamiento de la fábrica son más que suficientes para cumplir las normas prescritas por el organismo local encargado de mantener la pureza de las aguas. Estas normas son las siguientes:

Menos de 30 mg/litro de DBO

Menos de 30 mg/litro de sólidos en suspensión

Un pH comprendido entre los valores de 5 a 9

No es necesario un tratamiento biológico ulterior porque el efluente de agua dulce está combinado con el agua de refrigeración salina descargada, lo que permite satisfacer sin dificultad las normas relativas a las condiciones

del efluente al final de la tubería. (Si la fábrica estuviese situada en una zona interior y el efluente se descargase en un río, sería necesario un tratamiento ulterior de dicho efluente.) No existen pruebas de que la fábrica de caucho sintético de Hythe esté contaminando el estuario de manera importante, ya que el volumen del efluente es pequeño en comparación con el del agua de mar contenida en el estuario. El punto más cercano de ensayo del agua se halla a 800 metros de la tubería de salida. En general, no parece que el estuario haya sido afectado por ninguna de las fábricas del complejo industrial. En los últimos años, se han observado mejoras en las pesquerías de salmón, ostras, almejas y otra fauna del estuario.

Residuos sólidos

Los residuos sólidos proceden de los pozos de grumos y de las instalaciones de tratamiento. Estos residuos sólidos consisten en materiales de caucho de calidad no comercial que no pueden reciclarse y en catalizadores agotados. Otros desechos proceden de los residuos que normalmente se producen en las zonas industriales. Alrededor del 1% de la producción total se recupera como caucho residual en forma sólida. De esta cantidad, el 20% se vende para su utilización en productos de caucho de calidad inferior, tales como juguetes, y el resto es descargado, con la autorización del concejo local del condado, en terrenos ganados al mar. Las sustancias halladas en los residuos sólidos son esencialmente no tóxicas y no plantean problemas de contaminación.

Ruido

En las fábricas de caucho sintético, el ruido lo producen numerosos secadores, bombas, motores, quemadores para horno y refrigeradores de aire. En la fábrica de Hythe, el nivel de ruido más elevado se registra en la zona de acabado, donde el caucho se seca y embala. En esta zona, la comunicación oral es prácticamente imposible. En caso de emergencia, sería difícil dar instrucciones verbales. Según los datos facilitados por la gerencia, el nivel de ruidos en esta zona nunca rebasa los 84 decibelios, y ningún operario

de la fábrica se halla sometido a exposiciones prolongadas. Este nivel de ruidos está por debajo del límite generalmente aceptado de 90 decibelios. Por tanto, lo probable es que ese nivel de ruidos afecte poco o nada a la capacidad auditiva de los operarios de la fábrica. La introducción de reformas en el diseño de la zona de acabado podría reducir el nivel de ruidos y facilitar así la comunicación oral. Fuera de la fábrica, el ruido disminuye rápidamente y no plantea problemas a los residentes de la vecindad.

Efectos ecológicos

Antes de que se construyera la fábrica de caucho sintético, la vegetación de la zona consistía en un bosque de robles, olmos y otros árboles de maderas duras, dispersos dentro del cual se hallaban brezales, pantanos y pastizales. Después de las construcciones realizadas, esta zona ininterrumpida de bosque y pastizales quedó parcialmente destruida, subsistiendo sólo zonas de vegetación aisladas. En algunos casos, quedó un número suficiente de árboles para mantener la producción forestal, como, por ejemplo, la pequeña arboleda situada entre el estuario y el límite nordoriental de los terrenos ocupados por la fábrica. En el caso de otras arboledas aisladas, es evidente que el número de especies que contienen es demasiado reducido para mantener la producción. En estas zonas, los árboles están excesivamente expuestos a la acción del viento y del sol, por lo que no es probable que sobrevivan.

La fauna salvaje de la zona se ha visto afectada por los cambios producidos en la vegetación. Los hábitat de especies de fauna mayor, como el ciervo, se vieron perjudicados principalmente por el aumento del desarrollo industrial. La fauna salvaje que queda se compone de especies más adaptables a bosques y brezales de poca extensión. Esta fauna comprende zorros, conejos, ardillas y numerosas especies de pájaros. En la zona circunvecina se ven ponys "salvajes" que en realidad tienen dueños.

Una ventaja de la fábrica de caucho sintético es que ha servido para proteger ciertas zonas de fauna y flora contra un ulterior desarrollo industrial y contra la intrusión del público en general. Aunque la fábrica ha alterado las zonas de vegetación y de fauna salvaje, sus efectos han sido menores debido a la existencia, a sólo unas millas de distancia, de la reserva New Forest (32.375 hectáreas). Los ciervos, por ejemplo, se trasladaron a ese lugar.

La fauna marina no parece que haya sido afectada, pese a que sólo la refinería utiliza 450.000 litros/minuto de agua de mar para fines de refrigeración. Los efluentes industriales calientes parecen tener efectos saludables en las especies de peces, y el salmón capturado en el Estuario de Test es considerado como uno de los mejores.

El mayor criadero de ostras del país se encuentra junto a la central eléctrica de Sawley. La refinería, que utiliza grandes cantidades de agua de mar para fines de refrigeración, no ha afectado a los criaderos de ostras. Se observó que las ostras se adaptan mejor a la zona, pese al calor y al contenido de cloro de parte de las aguas. Detrás de la central eléctrica existe una empresa dedicada a la recolección de ostras.

Conservación del suelo

Aunque la fabricación de caucho sintético a base de aceites fósiles representa un consumo de recursos no renovables, resulta alentador que el Departamento de investigación y desarrollo de la fábrica haya encontrado un proceso que puede aportar una contribución importante a la lucha contra la erosión del viento. En dunas de arena de Inglaterra y en desiertos del Oriente Medio se realizaron con éxito experimentos de consolidación de terrenos. Según dicho proceso, rociando la arena con una mezcla de aceite mineral y látex sintético, que al secarse forma una delgada película de caucho, se protege la arena contra la erosión del viento o del agua durante un tiempo lo suficientemente prolongado para que las plantas de retención puedan arraigarse. Parece que el producto de la empresa satisface las necesidades de los principales sectores en los que se requiere la restauración de la cubierta vegetal en forma de hierba o de cultivos. Se afirma, asimismo, que los materiales utilizados son absolutamente no tóxicos.

Efectos sociales y económicos

Ventajas para los trabajadores

La empresa cuenta con un club deportivo entre cuyas actividades figuran la navegación a vela, la pesca con caña, etc.

Alrededor del 20% de los 450 empleados proceden de la localidad, y el 80% restante de otros puntos de Inglaterra. Los salarios que paga esta fábrica son ligeramente superiores a los de las industrias vecinas.

Aproximadamente una tercera parte de los empleados viven en casas protegidas por el Ayuntamiento, y que son subvencionadas por éste gracias a los elevados impuestos locales que paga la empresa.

Los servicios públicos, tales como el transporte y las escuelas, han mejorado.

Riesgos profesionales

El dolor de espalda se da con cierta regularidad entre los trabajadores, sobre todo entre el personal de envasado y mantenimiento. A fin de remediar esta situación, podrían introducirse medidas que permitieran disminuir la carga de trabajo en las citadas operaciones. Según el centro médico, se han registrado casos aislados de dermatitis.

Este centro hace periódicamente análisis de sangre de los operarios de las instalaciones de estireno, a fin de controlar el número de glóbulos blancos y de plaquetas.

No se han registrado casos de dificultades respiratorias provocadas por la contaminación del aire o por el intenso olor de los monómeros. Tampoco se han observado problemas atribuibles a un exceso de ruido.

El Instituto Internacional de Productores de Caucho Sintético está estudiando los efectos de todas las sustancias utilizadas en la industria del caucho sintético.

Ventajas para la economía

La industria del caucho sintético del Reino Unido está contribuyendo de manera importante a la economía del país. Esta contribución se caracteriza por las tres ventajas siguientes:

- a) El Reino Unido ya no depende de las importaciones de caucho sintético. Se ha estimado que, a la tasa de consumo correspondiente a 1970, el país podrá ahorrar anualmente 50 millones de dólares;

- b) Los fabricantes británicos de artículos de caucho cuentan ahora con materiales de gran calidad a precios económicos, lo que les permite competir en el mercado exterior y aumentar así las exportaciones.
- c) Se mantiene, con unos 30 países, un activo comercio de exportación de caucho sintético como materia prima, pero puede que las exportaciones disminuyan de manera paulatina en el futuro a medida que los países vayan estableciendo sus propias fábricas de este producto.

Aspectos económicos de la producción

La producción de la planta ha registrado un crecimiento fenomenal, habiendo pasado de una capacidad nominal de 50.000 toneladas anuales en 1958 a 310.000 toneladas anuales en 1971/72, incluidos ABS, látices especiales y monómeros de estireno. Las cifras siguientes indican los progresos realizados por la fábrica de Hythe:

<u>Año</u>	<u>Materiales</u>	<u>Capacidad anual (en miles de toneladas)</u>
1958	SBR (sólido y látex)	50
1960	SBR (sólido y látex)	90
1963	SBR (sólido y látex)	100
1968	SBR (sólido y látex)	130
1969	SBR (sólido y látex)	130
	Monómero de estireno	60
1970	SBR (sólido y látex)	180
	Monómero de estireno	60
	ABS y látices especiales	30
1971/72	SBR (sólido y látex)	220
	ABS y látices especiales	30
	Monómero de estireno	60

En el primer año de producción, que terminó a fines de 1959, las ganancias de la empresa, deducidos impuestos, ascendieron a 808.000 dólares, lo que podría considerarse como un éxito notable.

A fines de 1963, la empresa abrió una nueva fábrica de Grangemouth (Escocia) para la fabricación de caucho de polibutadieno. Esta fábrica ha venido aumentando continuamente su producción de polímeros en solución, pasando

de 10.000 toneladas anuales a 100.000 toneladas anuales. En 1969, la empresa produjo 60.000 toneladas de monómeros de estireno, tras adquirir una fábrica ya en funcionamiento ubicada en Hythe. Para una fábrica que utiliza estireno como materia prima de sus productos, esta fue una buena operación.

En 1972, la compañía constituyendo una empresa mixta con otra, inició la producción de negro de carbón para hornos en una planta situada en Grangemouth, cuya capacidad era de 30.000 toneladas anuales. Esta operación tenía como finalidad principal suministrar a los fabricantes de neumáticos las mezclas básicas de negro de carbón con la solución de SBR producida en Grangemouth. La impresión general, sin embargo, es que las mezclas básicas de negro de carbón no han tenido gran aceptación entre los fabricantes de neumáticos.

La industria del SBR del Reino Unido ha llegado a ser muy competitiva debido a que las importaciones de butadieno se hallan sujetas a un arancel tres veces superior al de sus rivales en Europa. Pero la empresa tiene una flexibilidad de estructura y una capacidad que le permite adaptarse a las cambiantes modalidades de la demanda.

IV. ASPECTOS ECONOMICOS DE LA PRODUCCION DE CAUCHO NATURAL Y DE CAUCHO SINTETICO

Debido a la falta de información fidedigna y a las fluctuaciones de los precios de las materias primas, los expertos no pudieron determinar los costos comparativos de producción del caucho natural y del caucho sintético. Cabe hacer, sin embargo, las siguientes consideraciones generales.

Costo de producción

La producción de caucho natural requiere gran intensidad de mano de obra, por lo cual ésta última es uno de los principales componentes del costo de producción; sin embargo, el costo se reduce considerablemente al aumentar el rendimiento por hectárea.

Los estudios sobre la producción de caucho sintético realizados en los principales países productores han demostrado que el costo de las materias primas, sobre el que la industria del caucho sintético no tiene control alguno, representa más del 70% del costo total de producción de SBR.

Inversiones

Para que una fábrica de SBR resulte económica en los países desarrollados, ha de producir, como mínimo, 40.000 toneladas anuales. La fábrica de SBR de la India basada en la agricultura, con una capacidad instalada de 30.000 toneladas anuales, requirió una inversión de 40 millones de dólares. La inversión por tonelada (1.330 dólares) rebasa con mucho la cifra correspondiente a una fábrica media de SBR de un país desarrollado, que, según parece, es de 500 dólares. Los expertos no pudieron determinar la cifra correspondiente a la producción de caucho natural de la India debido al gran número de minifundios, a la diferencia de los precios de la tierra en el caso de latifundios y minifundios, y asimismo a las fluctuaciones de los precios de la tierra según las zonas. Sin embargo, también resultan económicas las instalaciones pequeñas de elaboración de caucho natural cuya producción anual sea tan sólo de una tonelada.

Potencial de empleo

En el cuadro siguiente se hace una comparación del potencial de empleo de los tres tipos de producción estudiados:

<u>Tipo de caucho</u>	<u>Operarios (número)</u>	<u>Producción (toneladas anuales)</u>	<u>Número de operarios por cada 1.000 habitantes</u>
Caucho natural (1973)	150.000	123.000	1.219
SBR, de base agrícola, India, 1973	1.570	21.000	75
SBR, de base petroquímica, Reino Unido, 1971/72	450	250.000 ^{a/}	1,8

^{a/} Comprende 30.000 toneladas de ABS y látices especiales, pero no 60.000 toneladas de monómeros de estireno.

V. FABRICACION DE PRODUCTOS DE CAUCHO EN LA INDIA

Dentro de un período relativamente corto de 25 años, la industria del caucho de la India ha llegado a ser una de las principales del país. A más de satisfacer prácticamente todas las necesidades del país en cuanto a neumáticos y cámaras de aire para automóviles y para bicicletas, caucho para bandas de rodamiento, calzado, correas transportadoras, correas trapezoidales y de ventiladores y diversos artículos de caucho, esa industria ha desarrollado un amplio mercado de exportación. Se estima que hay casi 2.000 fábricas de artículos de caucho -grandes, medianas y pequeñas- diseminadas en todo el país, que emplean unas 150.000 personas. Actualmente, el país ocupa el décimo lugar entre los mayores productores de artículos de caucho. En las cifras siguientes, correspondientes al consumo de caucho natural, sintético y regenerado durante los últimos diez años, se observa un ritmo de crecimiento constante que ha dado por resultado la casi duplicación del consumo en ese período:

<u>Año</u>	<u>Consumo (toneladas)</u>
1963/64	81.096
1964/65	85.711
1965/66	95.092
1966/67	103.190
1967/68	109.704
1968/69	128.022
1969/70	130.734
1970/71	134.745
1971/72	149.435
1972/73	151.507

Productos fabricados

Neumáticos y cámaras de aire para automóviles

Los neumáticos y las cámaras de aire para automóviles representan un 50%-55% del total de artículos de caucho que se consumen en el país. Actualmente, siete empresas que poseen nueve fábricas producen estos artículos. A continuación figura el aumento registrado en la producción durante el período 1966-1972.

<u>Año</u>	<u>Producción de neumáticos (número)</u>
1966	2.580.553
1967	2.705.739
1968	3.438.351
1969	4.015.014
1970	4.040.946
1971	4.659.129
1972	4.978.218

Se estima que la demanda de neumáticos y cámaras de aire se duplicará durante el período 1974-1979, y el Gobierno ha concedido licencias a varias fábricas nuevas además de conceder permisos de ampliación a las empresas existentes. Se prevé que, para 1979, el país tendrá una capacidad de producción autorizada de 11 millones de neumáticos; sin embargo, en vista de la crisis del petróleo y de la disminución de la demanda de neumáticos registrada últimamente, no se puede pronosticar con precisión qué proporción de la capacidad autorizada se habrá de utilizar efectivamente.

Neumáticos y cámaras de aire para bicicletas

La India es uno de los mayores productores del mundo en el ramo de neumáticos y cámaras de aire para bicicletas, artículos que se fabrican en 20 empresas grandes y 30 pequeñas. Su producción actual se estima en unos 35 millones de piezas, y se prevé que, para 1979, la demanda llegará a los 60 millones.

"Camelback" (caucho para bandas de rodamiento)

Entre los artículos de caucho fabricados en gran escala el tercer lugar corresponde al llamado "camelback", o caucho para bandas de rodamiento, que se usa para recauchutar neumáticos viejos; la producción asciende a unas 20.000 t/a. Dado el elevado costo de los neumáticos nuevos, se prevé que la producción se duplicará para 1979.

Artículos de caucho diversos

En cuanto al peso, los tres artículos principales antes mencionados representan el 65% de la producción total de artículos de caucho; el 35% restante está constituido por una amplia gama de artículos diversos. A continuación figura una descomposición estimada de estos últimos (en porcentajes):

Calzado de caucho y de lona	11,7
Correas	4,2
Espuma de látex y artículos con revestimiento de caucho por inmersión	4,5
Mangueras	2,9
Cables	0,9
Telas impermeables	0,5
Cajas para baterías	0,9
Ebonita	0,2
Diversos	<u>9,2</u>
	35,0

Hay más de 1.700 fábricas de estos artículos, cuya producción total se evalúa en 1.200 millones de Rs (160 millones de dólares).

Fábrica de neumáticos N° 1, zona de Madrás

La fábrica de neumáticos situada en Ambattur inició sus operaciones en 1959. En esa época, la producción de neumáticos en la India era muy insuficiente en relación con la demanda. Se estimó que con la demanda de camiones, automóviles y bicicletas prevista para el Segundo Plan Quinquenal, la escasez sería aún más aguda, por lo que se decidió abrir una nueva fábrica cerca de Madrás para satisfacer las necesidades de la India meridional, región que no contaba con una fábrica grande de neumáticos.

En 1956, se comenzó la búsqueda de un emplazamiento adecuado para la fábrica. El requisito más importante era la disponibilidad de un suministro suficiente de agua. La empresa pidió la asistencia de la oficina de levantamientos geológicos de la India, y con su ayuda seleccionó la localidad de Ambattur, la cual cuenta con muchos pozos de elevado rendimiento y se halla situada a 16 kilómetros de Madrás. También había una línea ferroviaria y una carretera cerca del sitio escogido. Otros factores, como la disponibilidad de mano de obra y las posibilidades de ampliación futura, también se tomaron en cuenta. En el mapa 4 se indica la ubicación de la fábrica.

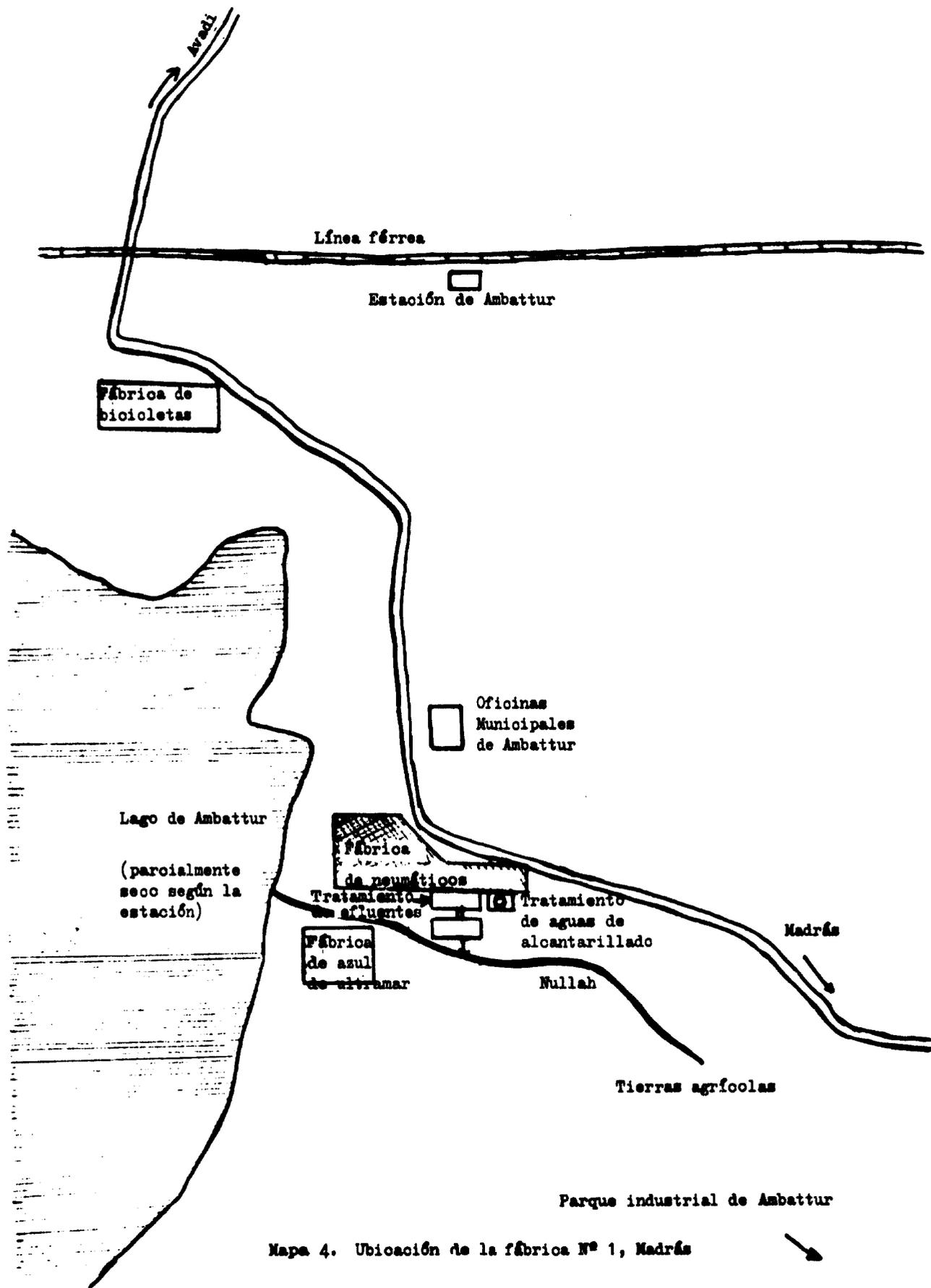
El proyecto, incluidos terrenos, edificios y planta, costó aproximadamente 25 millones de Rs (3,3 millones de dólares). La gama inicial de productos de la fábrica estaba constituida por neumáticos para camiones, para bicicletas y "camelback". Se instaló equipo del diseño más avanzado. Actualmente, además de las líneas originales de producción, la fábrica produce neumáticos para vehículos automotores, motocicletas, bicicletas a motor y tanques, como también cámaras de aire para camiones y bicicletas y también accesorios, como soluciones de caucho, soluciones para vulcanizar y llantas para bicicletas. La empresa ha invertido otros 100 millones de Rs (13,3 millones de dólares) en diversos programas de expansión. La fábrica, que comenzó con unos 600 empleados, tiene actualmente 2.750.

La capacidad de producción es la siguiente (se indica el número de piezas, a excepción del "camelback"):

Neumáticos para vehículos automotores (camiones, automóviles, motonetas)	901.700
Neumáticos para bicicletas	6.090.000
Cámaras de aire para vehículos automotores	510.000
Cámaras de aire para bicicletas	5.336.000
"Camelback" (kilogramos)	600.000
Llantas para bicicletas	760.000

Fabricación de neumáticos

Los fabricantes del ramo producen muchos tipos de neumáticos destinados a una diversidad de vehículos, como automóviles, camiones (autobuses y camiones de carga), tractores agrícolas y aviones. La selección del caucho y de los otros materiales -y la proporción en que éstos se combinan en la fabricación de neumáticos- varían según el tipo de neumático. Básicamente, el neumático consta de cuatro partes, a saber: la banda de rodamiento, los flancos, la carcasa y los talones. Cada una de las partes tiene que responder a diferentes exigencias de servicio y requiere una proporción distinta de materias primas. Por ejemplo, las bandas de rodamiento deben tener larga duración y buena tracción, mientras que los flancos deben poseer un alto grado de flexibilidad.



Mapa 4. Ubicación de la fábrica N° 1, Madrás

El compuesto básico utilizado para la fabricación de neumáticos está formado por una combinación de caucho natural y caucho sintético, diversos materiales de relleno, diluyentes y de refuerzo, agentes de vulcanización y acelerantes, antioxidantes y pigmentos. Se utilizan materiales de relleno, diluyentes y de refuerzo para lograr mayor peso o volumen y aumentar la resistencia, la dureza y la resistencia a la abrasión del producto final. Los materiales que más comúnmente se utilizan son el negro de carbón y el aceite mineral.

El procedimiento tradicional de fabricación de neumáticos consiste en lo siguiente:

Mezclado de las materias primas

Utilización de la mezcla en la fabricación de los cuatro componentes

Confección, moldeado y acabado

Mezcla

La maquinaria básica utilizada en la operación de mezclado son el mezclador Banbury y la laminadora de rodillos. El mezclador Banbury sirve para mezclar, en forma interna y por tandas, el caucho y otros ingredientes, de conformidad con determinados tiempos de endurecimiento, y es la máquina clave del equipo para la operación de mezclado, que se realiza en dos fases. En la primera, se mezcla el caucho con los materiales de relleno, los diluyentes, los materiales de refuerzo, los pigmentos y los antioxidantes, para obtener la llamada mezcla madre o básica. Esta mezcla, dado que aún no contiene ningún agente de vulcanización, puede almacenarse durante largo tiempo, por lo que es posible preparar grandes cantidades de una fórmula determinada y almacenarla para su utilización posterior. En la segunda fase se añaden los agentes de vulcanización y los acelerantes; la mezcla resultante, que puede almacenarse por corto tiempo y ha de utilizarse casi inmediatamente, se conoce con el nombre de mezcla final.

En la primera fase se agregan negro de carbón y aceite. El negro de carbón es un polvo muy fino y de fácil suspensión en el aire. Para evitar la dispersión del material en el aire y los consiguientes problemas de mantenimiento, en las plantas modernas se suele agregar este material automáticamente

mediante transportadoras Redler. También se suele agregar automáticamente el aceite en la cámara Banbury, para evitar problemas de manutención. La zona de operaciones está provista de equipo de extracción de polvo a fin de reducir la contaminación del aire producida por el negro de carbón y los otros polvos utilizados.

Después de la operación de mezclado, se preparan hojas de este material en laminadoras de rodillos. El material laminado en hojas es pegajoso y se lo suele recubrir de una pasta de tiza para impedir que las láminas se peguen unas a otras durante el almacenamiento. Es común la presencia de tiza en la corriente de efluentes debida a los derramamientos y a la limpieza de los pisos, lo cual crea problemas de mantenimiento y de aguas de desecho. Las pérdidas de aceite y de agua originadas en los cierres de aceite de las laminadoras y las de aceite y polvo originadas en los anillos de cierre de la máquina Banbury, provocan problemas adicionales de contaminación.

La mezcla final se utiliza para fabricar diversas partes finales del neumático. Esto comprende varios procesos paralelos mediante los cuales el caucho laminado en hojas y las otras materias primas se transforman en los componentes básicos del neumático, a saber: los talones, las bandas de rodamiento y los "brazales" de tela. Los talones consisten en alambres con revestimiento de caucho que se insertan en el neumático en el punto en que éste entra en contacto con la llanta y sirven para el acoplamiento de estos dos elementos. La banda de rodamiento es la parte del neumático que entra en contacto con la superficie de la carretera, y su diseño y composición dependen del uso a que se destine el neumático. Los brazales de tela se hacen con tejidos sintéticos, generalmente de rayón o nilón impregnados en caucho, cortados al tamaño adecuado. Estos forman la parte interior del neumático y le dan la resistencia necesaria.

Utilización de la mezcla en los distintos componentes

En la producción de bandas de rodamiento, la mezcla, tal como se recibe de la sección de mezclado, se introduce manualmente en un cilindro de precalentamiento. En éste, se calienta y se mezcla aún más, utilizando calor producido por la conversión de la energía mecánica procedente de las laminadoras. La

temperatura de éstas se controla refrigerando con agua el interior de sus rodillos. La mezcla pasa por una trituradora y luego por un cilindro de calentamiento. A continuación, la mixtura calentada se mezcla en forma definitiva en otra mezcladora de cuyos rodillos se desprende en tiras delgadas, que se alimentan en forma continua a una máquina de extrusión o budinadora. El tamaño de las boquillas de la budinadora dependerá del tamaño que deban tener las bandas de rodamiento. La banda de rodamiento sale de la budinadora en forma de una tira continua mientras se halla todavía caliente, razón por la cual resulta pegajosa. A continuación se adhiere una capa amortiguadora de mixtura de caucho a la cara inferior de la banda de rodamiento. Cuando se requiere una mezcla especial para los flancos, como ocurre en la mayoría de los neumáticos para camiones, se unen dos tipos de mezclas procedentes de dos laminadoras diferentes para formar la banda de rodamiento y los flancos. Se corta luego la banda de rodamiento a la anchura adecuada, se la enfría en una tina de agua, se estampa el tamaño requerido y se corta la longitud adecuada. Los recortes se vuelven a alimentar a la laminadora de tiras y se someten a una reelaboración.

En esta etapa, los problemas de desperdicio de agua se deben a las pérdidas de aceite y de agua de las distintas máquinas y a los desbordamientos accidentales del sistema de enfriamiento por agua.

Para la producción de brazaletes de tela, se debe impregnar el género pretratado con material de caucho. El rollo de tela se alimenta bajo tensión controlada a través de una máquina festoneadora y pasa a un tanque de inmersión en látex. Después de la inmersión y mientras sigue sometida a la tensión, la tela pasa a través de dispositivos de succión con el fin de quitarle el exceso de látex y luego a través de una cámara de secado. A continuación, se impregna la tela con material de caucho haciéndola pasar a través de una máquina de calandrado. Luego se corta la tela al sesgo, dándole el ángulo y la longitud apropiados, y se empalma. El ángulo y la longitud dependerán del tamaño del neumático. El caucho que se utiliza para impregnar la tela se somete a los mismos procesos que en el caso de la extrusión de bandas de rodamiento, es decir, pasa por los cilindros de precalentamiento y por la laminadora de tiras.

En esta etapa, los problemas de efluentes se deben a las salpicaduras de látex y también a las pérdidas de aceite y agua.

Para la producción de talones, se somete el caucho a extrusión utilizando una pequeña budinadora y una serie de alambres de acero electrocobreado, que luego se impregnan, se recubren y se cortan. Los problemas de efluentes son semejantes a los del proceso de extrusión de bandas de rodamiento.

Confección, moldeado y acabado

El neumático se confecciona en forma de conjunto cilíndrico en un tambor de segmentos rotatorio. En este tambor se colocan los talones y las capas de tela necesarios, doblándose los bordes de éstos para sujetar los talones al neumático.

Por último, la banda de rodamiento del neumático se coloca sobre el conjunto y se ajusta firmemente al mismo. El cilindro, que se conoce como neumático en "verde" o no vulcanizado, se retira del tambor y queda listo para su elaboración ulterior. Antes del moldeado, se pinta el interior del neumático no vulcanizado con una solución a base de agua. Existe la posibilidad de que se vuelquen restos de la solución durante las operaciones de limpieza de fin de semana, ocasionando desperdicios de agua.

El neumático se moldea en una prensa automática. Dentro del neumático se infla una bolsa o cámara de vulcanización, hecha a base del compuesto de caucho, a fin de que el neumático tome la forma requerida. Se cierra el molde sobre el neumático conformado, y se aplica calor mediante una corriente de vapor a través del molde y de la bolsa. El exceso de caucho y el aire aprisionado escapan a través de agujeros de desahogo. Después de un tiempo especificado de vulcanización, en que la temperatura es controlada, la prensa se abre automáticamente, se retira el neumático con la bolsa, se aspira el agua condensada en ésta y se la retira del neumático mediante una máquina de extracción apropiada.

En el método más moderno de moldeado, llamado "Bagomatic", se utiliza una cámara modeladora que permanece en la prensa y se puede utilizar para varias operaciones de vulcanización, según la duración que tenga dicha cámara. Después de cada operación de vulcanización, se pulverizan los moldes con una solución que contiene silicio. Después de cierto número de operaciones de vulcanización los moldes también se limpian mediante chorro de arena o aire comprimido.

Debido a la utilización de vapor, la operación de moldeado se realiza en ambientes con temperaturas elevadas; las prensas también producen emanaciones calientes. En una planta tipo, que por lo general tiene muchas prensas, siempre existe el peligro de pérdidas en los moldes. También hay posibilidad, más bien remota, de que se reviente una bota o una cámara. El agua y parte del aceite de lubricación que se utilizan en esta fase, generalmente en grandes cantidades, pueden causar contaminación del agua en el momento de su eliminación.

Después del moldeado, el neumático pasa a las operaciones de acabado. Estas abarcan el recorte o desbarbado de los orificios de descarga y el desbaste de las superficies desiguales según sea necesario. En el caso de neumáticos de bandas blancas se requiere un desbaste adicional.

Los recortes de los orificios de descarga suelen ser pedazos cilíndricos delgados de caucho vulcanizado que se recogen y se utilizan para la producción de caucho regenerado o se descartan y se eliminan junto con otro material de desecho. El polvo procedente del desbastado de los neumáticos está formado por partículas relativamente pequeñas que permanecen en el aire por mucho tiempo. Para controlar estos desprendimientos se utiliza un colector de polvo de ciclón.

Después de las operaciones de desbarbado y desbastado, algunos neumáticos pueden requerir pequeños trabajos de pulido de superficies irregulares. Los neumáticos para automóviles, particularmente los de bandas blancas, se pintan con pistola. Aunque esta operación se lleva a cabo en una zona cubierta, provoca cierta contaminación del aire.

En la figura VII se da un diagrama de circulación del agua en una fábrica de neumáticos tipo.

El proceso antes descrito se aplica a la fabricación de neumáticos para automóviles y para camiones estándar. Los neumáticos para camiones de mayor tamaño y para tractores "de campo" se vulcanizan en moldes gigantes que no funcionan en forma automática. Para abrir y cerrar los moldes se necesitan grúas, y el vulcanizado puede tomar muchas horas. Sin embargo, las distintas variantes del proceso no ofrecen diferencias considerables en lo relacionado con los problemas de contaminación.

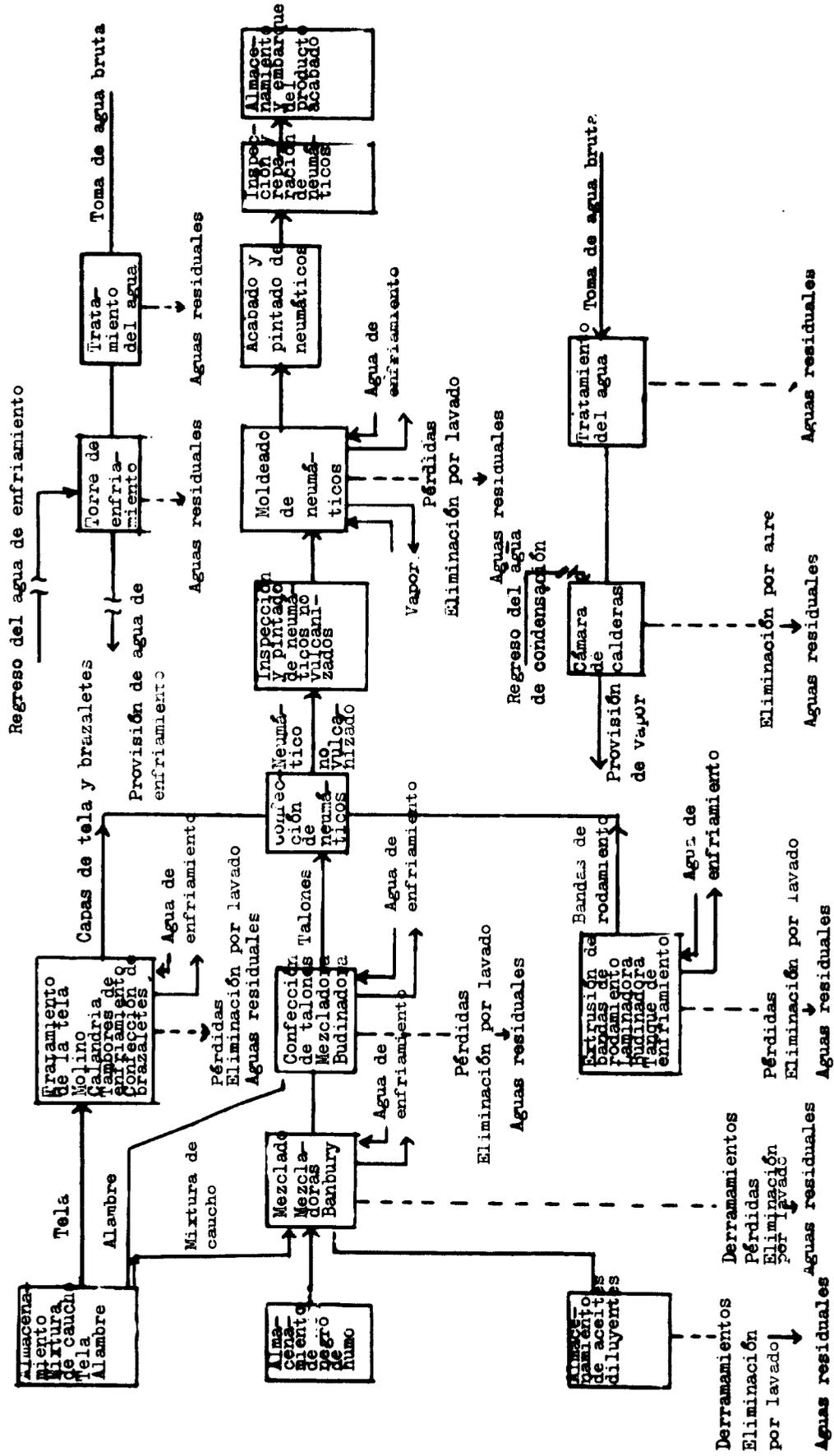


Figura VII. Diagrama de circulación del agua en una fábrica de neumáticos tipo.

El "camelback" o caucho para bandas de rodamiento se utiliza para el recauchutado de neumáticos. El procedimiento y los problemas relativos a los desechos son similares a los descritos anteriormente en relación con la extrusión de bandas de rodamiento.

Fabricación de cámaras de aire

El proceso de fabricación de cámaras de aire es similar al que se ha descrito para la fabricación de las cubiertas, en lo que se refiere a los pasos siguientes:

Mezclado del caucho con otras materias primas

Extrusión de la mixtura para conformar la cámara de aire

Confección y moldeado para conformar el producto final

Mezclado

Se utilizan mezcladoras Banbury y laminadores de rodillo para tanto la mixtura básica como las mixturas finales. Una pequeña diferencia consiste en la utilización de caucho butílico para la fabricación de cámaras de aire. Además, a veces se usa una solución de jabón en lugar de la pasta de tiza para revestir la mixtura básica. La solución de jabón no se desecha sino que se la utiliza con la mixtura. Los problemas de efluentes debidos a pérdidas, goteo de materiales aceitosos y escapes de polvos son similares a los que se presentan en la zona de mezclado en la fábrica de cubiertas.

Extrusión

El procedimiento de extrusión es similar al de extrusión de bandas de rodamiento para cubiertas, excepto que la extrusión del caucho se efectúa en forma de cilindro continuo. Se pulveriza cal de Viena dentro de la cámara a medida que ésta se va conformando en la budinadora a fin de evitar que las caras interiores se peguen unas con otras. A continuación se marca el tamaño de la cámara de aire que luego pasa a un tanque de enfriamiento por agua. Después del enfriamiento, se saca el agua de la cámara de aire y se la pulveriza con cal de Viena por la parte exterior. El exceso de polvo debe recogerse en un recolector de polvos. Los demás problemas de desechos son similares a los que se presentan en el proceso de fabricación de bandas de rodamiento para cubiertas.

Después de la extrusión, se corta la cámara de aire a la longitud deseada y se empalman los extremos. También se acopla una válvula.

Moldeado

Después de acoplada la válvula, se moldean las cámaras de aire en prensas calentadas a vapor. Después del moldeado, las cámaras de aire se someten a inspección y se empaacan para su transporte.

Repercusiones sobre el medio ambiente

El grupo identificó las esferas siguientes como posibles focos de contaminación del medio ambiente y/o de peligro para la salud:

- Equipo Banbury y zonas de mezclado
- Inmersión en látex
- Utilización de nafta para la fabricación de carcasas
- Sección de moldeado
- Pulido de neumáticos y bolsas de vulcanización
- Limpieza de moldes por chorro de arena
- Extrusión de cámaras de aire
- Efluentes y emisiones gaseosas
- Desechos sólidos

Equipo Banbury y zonas de mezclado

La fábrica tiene un sistema Redler que alimenta negro de humo automáticamente a la cámara Banbury. El sistema de extracción de polvo funcionaba de manera eficiente cuando el grupo visitó la fábrica. Conviene examinar la posibilidad de introducir sistemas de manutención a granel y de preparación de mezclas básicas de negro de humo. En vista de los posibles riesgos que la contaminación del aire representa para la salud, se suministra leche en forma gratuita a los trabajadores del departamento de mezclado y laminación.

Inmersión en látex

La solución de látex contiene formaldehído y otras sustancias químicas que producen emanaciones sumamente desagradables en la zona. El principal problema radica en las pérdidas de solución que llegan a la corriente de efluentes.

Utilización de nafta en la fabricación de carcasas

Se han dado casos aislados de dermatitis debido a que las manos están en contacto continuo con almohadillas impregnadas en nafta. Según se ha informado, tales casos son de índole alérgica temporal y los trabajadores se vuelven paulatinamente inmunes a dichos efectos.

Sección de moldeado

En la sección de moldeado, la temperatura es elevada debido a la utilización de vapor. Las condiciones de trabajo resultan muy poco llevaderas durante el verano. En la construcción del edificio, se ha dado atención especial a la ventilación de esta sección, teniendo en cuenta la dirección del viento. El inspector de la fábrica suele encargarse de que se tenga en cuenta este factor cuando se aprueba el plano del edificio. En el verano, los trabajadores pueden sufrir de deshidratación debido a una transpiración excesiva. Se han venido proporcionando comprimidos de sal a los trabajadores durante los meses de verano para compensar la pérdida de sales en la transpiración. Estas tabletas contienen los siguientes componentes combinados en las proporciones adecuadas: lactato cálcico, cloruro potásico, sulfato magnésico, cloruro sódico, citrato sódico, fosfato ácido sódico y detrosa.

La silicona se rocía dentro de los moldes a una distancia suficientemente grande, de manera que el trabajador no sufra efectos nocivos.

El nivel de ruido en la sección de conformación de neumáticos es elevado, en el sitio en que la bolsa de vulcanización se introduce dentro del neumático no vulcanizado mediante un proceso de inflado y de prensado simultáneo para la conformación en las prensas hidráulicas. Sin embargo, no se ha comunicado ningún caso de lesión auditiva. En el proceso Bagomatic, que es más moderno y mediante el cual se sustituye la bolsa de vulcanización por un diafragma, ese ruido queda eliminado.

Pulido de neumáticos y bolsas de vulcanización

El pulido de neumáticos en el caso de reparaciones de poca monta en la sección de acabado produce polvo de caucho; sin embargo, se hace poco trabajo de pulido, y las precauciones que se suelen tomar, que consisten en el empleo de una unidad extractora de polvo y en recomendar al operario que se tape la nariz con un género fino, parecen ser satisfactorias.

En la sección de reparaciones de las bolsas de vulcanización, el trabajo de pulido es considerable y por consiguiente hay contaminación producida por el polvo. En este caso, las unidades extractoras de polvo deben ser más poderosas, y los trabajadores deben usar máscaras antigás. Como suele suceder, los trabajadores se resisten a utilizar máscaras antigás y recurren a la costumbre de cubrirse la boca y la nariz con un género fino. En lo posible, se debe eliminar la necesidad de reparar las bolsas utilizando una mixtura adecuada. Se deben desechar las bolsas una vez transcurrido el período de duración estipulado.

Limpieza de moldes por chorro de arena

Aunque la operación de limpieza de moldes por chorro de arena se realice en una cámara cerrada que tenga una ventana de vidrio para que el operario pueda observar la marcha del trabajo, se desprenden demasiadas partículas de arena, algunas de las cuales inevitablemente se aspiran y causan daño a los pulmones. Actualmente, la fábrica ha pasado al sistema de limpieza por aire comprimido, que es menos peligroso para la salud.

Extrusión de cámaras de aire

La utilización de tiza en la extrusión de cámaras de aire, que deja cierta cantidad de polvo de tiza en el aire, hace que esta operación sea una de las más desagradables para los trabajadores. Las unidades de extracción de tiza pueden producir únicamente un efecto mitigador limitado. Los que trabajan en esta fase del procedimiento deben someterse periódicamente a un examen médico. En lo posible, debe utilizarse una pasta húmeda.

Efluentes y emisiones gaseosas

El grupo visitó brevemente las zonas de contaminación dentro de la fábrica. La caldera de la fábrica funciona a base de petróleo, y la altura de la chimenea garantiza la liberación del humo fuera de la zona de la fábrica.

Como término medio, la fábrica consume diariamente unos 600.000 galones (2.700.000 litros) de agua bruta.

La planta posee un sistema de tratamiento tanto para los efluentes como para las aguas de alcantarilla, que exige un desembolso anual de unas 500.000 Rs (66.000 dólares).

Los efluentes se recogen en dos grandes tanques, uno de los cuales se usa para el tratamiento mientras que el otro recibe los efluentes en alternación. En este tanque, se someten los efluentes a un tratamiento con alumbre de una concentración de 0,5-1 kg/1.000 litros, se dejan decantar y luego se bombean para que pasen a capas purgadoras formadas a base de astillas y aserrín de madera. De las capas purgadoras el efluente pasa a tanques decantadores antes de desaguar en los canales.

Las aguas de alcantarilla se recogen primero en un tanque decantador con dos capas cubiertas, colocadas lateralmente, para secar los fangos de alcantarilla. Del tanque decantador -mediante un sifón dosificador automático- el líquido pasa a las capas de filtración formadas por ripio de granito con un rociador giratorio colocado en la parte superior. De la capa de filtración, el líquido pasa a una cámara de humus antes de ser evacuado al canal.

Originalmente, una empresa del Reino Unido suministraba bombas, rociadores, etc., pero ahora se puede encontrar en el país ese tipo de equipo.

A petición del grupo, se suministraron copias de los análisis de los efluentes descargados en el canal. Estos se reproducen en los cuadros 3 y 4. Los efluentes se descargan en un canal que se utiliza principalmente con fines agrícolas, y no se han recibido informes desfavorables de los agricultores que utilizan el agua. Es más, debido a la grave escasez de agua en la localidad, esta agua es muy buscada para fines agrícolas.

Cuadro 3

Resultados de los análisis de efluentes y de aguas de alcantarillado efectuados en la fábrica de neumáticos N° 1 (a excepción del pH y del sodio, todos los resultados se expresan en ppm)

<u>Ensayo</u>	<u>Descarga de efluentes a las 12 horas del 18 de octubre de 1974</u>	<u>Promedio de descarga de efluentes el 21 de octubre de 1974 de 10 a 17 horas</u>	<u>Descarga del sistema de alcantarillado</u>
pH	6,5	5,5	5,5
Total de sólidos disueltos	1.210	1.435	1.425
Sulfato (SO ₄)	540	789	443
Cloruro (Cl)	170	195	213
Sodio (porcentaje)	22,7	14,9	3,5
DBO 5 días a 20°C	600	1.050	900
Aceites y grasa	38	62	ninguna
Boro (B)	ninguna	ninguna	ninguna
DQO	269	289	340

El fango que se recoge en la planta de tratamiento del agua de alcantarillado se utiliza como abono en la granja de la fábrica, en la que se cultiva el arroz y las legumbres destinadas a la cafetería de la fábrica.

Desechos sólidos

El fango que se recoge como resultado del tratamiento de efluentes se utiliza como material de relleno. La basura procedente de la fábrica, los materiales de embalaje y otros materiales residuales se depositan en el patio de desechos y se subastan periódicamente a los agentes compradores del ramo.

Cuadro 4

Resultados de los análisis del agua de drenaje y del efluente correspondiente a la producción de llantas en la fábrica de neumáticos N° 1 (a excepción del pH y del sodio, todos los resultados se expresan en ppm)

Ensayo	Agua de drenaje (cercana a los nuevos depósitos de materia primera)	Agua de drenaje (al oeste de los nuevos almacenes de material básico)	Efluente correspondiente a la producción de llantas
pH	5,5	6,5	6,0
Total de los sólidos disueltos	995	2.210	1.982
Sulfato (SO ₄)	284	516	961
Cloruro (Cl)	142	532	213
Sodio (porcentaje)	3,8	2,5	14,1
DBO 5 días a 20°C	700	1.000	1.200
Aceites y grasa	5	44	86
Boro (B)	ninguna	ninguna	menos que la unidad
DQO	118	181	502
Total de cromo (Cr)	-	-	6,0
Cromo hexavalente (Cr)	-	-	2,5
Níquel (Ni)	-	-	ninguna
Materia orgánica (por digestión de permanganato)	-	-	217

Efectos sociales y económicos

Hasta fines de los años 50, Ambattur era una pequeña aldea tranquila, desconocida para muchos. Al igual que otras aldeas atrasadas y aisladas, ésta dependía principalmente de la agricultura. El principal cultivo era el del arroz, seguido de una pequeña producción de plantas leguminosas y de hortalizas y legumbres. No existían servicios de transporte adecuados ni otros medios de comunicación, hospitales, escuelas o centros de recreación.

La primera fábrica que se estableció en esta aldea fue una de bicicletas, seguida de una fábrica de neumáticos en 1959. Luego se creó la fábrica de tanques en la cercana población de Avadi y por fin el parque industrial de Ambattur.

Ambattur, clasificada en el censo de la India como "zona urbana menor que una ciudad" o como "ciudad núcleo", tiene una extensión de 774 hectáreas. Según el censo de 1971, la población aumentó de 11.128 en 1959 a 45.586 en 1971. A la sazón, la población se estima en 52.000 habitantes. Este gran aumento de la población es el resultado de la rápida industrialización que tuvo lugar en los últimos diez años. Ambattur es un conglomerado rural-urbano, que se viene vinculando con todos los sitios importantes a través del autobús. En esta aldea se ha registrado un mejoramiento socioeconómico lento pero constante.

Informe sobre las entrevistas celebradas con
residentes de la localidad

Tras el establecimiento de la fábrica de bicicletas, muchas entidades privadas y el Gobierno comenzaron a comprar terrenos. Las fábricas han abierto nuevas posibilidades de empleo, y la conversión de los terrenos agrícolas en predios industriales no ha provocado entre los agricultores desempleo de magnitud que merezca mencionarse.

Las aguas residuales procedentes de las tres fábricas se mezclan con las aguas del canal, y los agricultores que poseen tierras cerca de las fábricas la utilizan con fines de riego. Puesto que el agua del lago Ambattur se halla disponible únicamente durante seis meses, el resto del año los agricultores se ven obligados a depender únicamente de las aguas residuales procedentes de las fábricas.

Doce de las personas entrevistadas señalaron que las aguas residuales provenientes de la fábrica de caucho eran purificadas antes de su evacuación; en cambio, el agua procedente de las otras dos fábricas no se purificaba. En muchas ocasiones se causaba perjuicios a los cultivos debido al contenido de elementos químicos del agua.

Algunos de los agricultores indicaron que dependían del agua de la fábrica de caucho para sus necesidades de riego. Se informó que la fábrica, que posee una gran extensión de terreno detrás de la misma, empezó recientemente a cultivar más de dos hectáreas de tierras adyacentes. Así pues, las aguas residuales procedentes de la fábrica se utilizan para regar los terrenos de la misma, y únicamente el agua restante se suministra a los agricultores vecinos.

La creación de fábricas, independientemente de su tamaño, ha dado como resultado la construcción de nuevas carreteras; mayores servicios de transporte; nuevos centros educativos, sanitarios y de recreación; y, sobre todo, la libre circulación del dinero. Con la afluencia de trabajadores, el alojamiento se ha convertido en un problema. El precio de los alquileres se ha quintuplicado.

Casi todas las personas entrevistadas declararon que la fábrica de caucho pagaba sueldos más altos que las otras fábricas de la zona. Se señaló que, durante los últimos cinco años, la mayoría de los sindicatos de las otras empresas habían exigido salarios similares a los de la fábrica de caucho.

La mayoría de los entrevistados manifestaron que el mejoramiento socioeconómico que se observaba se debía principalmente a la fábrica de neumáticos y a la de bicicletas. Casi todos los dueños de tiendas en las cercanías de la fábrica dijeron que dependían de los trabajadores de la fábrica para sus negocios. Se mencionó que varios hoteles y cuatro tiendas de bicicletas habían iniciado sus actividades cerca de la fábrica con el fin de atender a las necesidades de los trabajadores.

La existencia de las mencionadas fábricas ha dado como resultado el establecimiento de nuevas escuelas, hospitales y centros de recreación. Hay ahora dos escuelas secundarias, seis escuelas intermedias, cuatro escuelas primarias superiores y diez escuelas primarias. También hay dos hospitales, un dispensario municipal y tres cinematógrafos. Las actividades sociales y recreativas de la pequeña comunidad rural han cambiado su ritmo con el advenimiento de los cinematógrafos, restaurantes y clubes para actividades recreativas y juegos. La otrora pequeña y desconocida aldea ha cambiado completamente con la aparición de nuevos tipos de edificios y de métodos modernos de transporte y de comunicación.

El grupo procuró averiguar el efecto de la industrialización sobre la salud, y, en particular, el efecto producido por la fábrica de caucho. Cabe observar que hay dos fábricas situadas al lado de ésta: la una de productos de alambre, y la otra, de azul de ultramar.

Las aguas del lago Ambattur que pasan por canales también pasan a través de los terrenos de la fábrica de caucho.

No hubo quejas debido al humo o al mal olor procedentes de la fábrica de caucho; en cambio, todas las personas entrevistadas declararon que el olor de la vecina fábrica de azul de ultramar resultaba a veces insoportable.

Se señaló que las personas que trabajaban en zonas en que se utilizaba negro de humo se veían obligadas a aspirar el polvo, y el cuerpo de esos trabajadores quedaba enteramente cubierto de negro de humo durante la jornada de trabajo.

Las bolsas de negro de humo se suelen vender a un contratista que posee un vaciadero situado muy cerca de la fábrica. Este vaciadero no se halla bien protegido y a menudo el terreno queda cubierto con sacos de negro de humo. Se observó que en una ocasión el año anterior se había producido un incendio en ese vaciadero, debido principalmente a la falta de cuidado. Esta fue la queja principal contra la fábrica de caucho.

Debido a una interrupción en el suministro de energía eléctrica, la fábrica de caucho funciona con la ayuda de un generador. Los residentes de las cercanías se quejaron del ruido producido por el generador.

Industrias auxiliares

Varias industrias pequeñas fabrican piezas de metal para la labor de mantenimiento y reparación de la fábrica, ya que la importación de piezas de repuesto se halla restringida por el Gobierno. Gran parte de la maquinaria ligera utilizada en la fábrica de neumáticos se produce localmente. Los rodillos de laminadoras y los moldes utilizados para la fabricación de neumáticos de todos los tamaños se producen ahora en el país. Una gran proporción de ese trabajo se lleva a cabo en el parque industrial de Ambattur.

Fábrica de neumáticos N° 2, zona de Madrás

La segunda fábrica de neumáticos que visitó el grupo se halla situada en Thiruvottiyoor en la costa marina, a unos 15 km de Madrás. La fábrica comenzó a producir cubiertas y cámaras de aire en 1965, aunque la producción de bandas de rodamiento había comenzado anteriormente. La fábrica emplea a unos

1.800 hombres y tiene una capacidad anual de producción de un millón de cubiertas y de un millón de cámaras de aire para vehículos automóviles, dos millones de cubiertas y dos millones de cámaras de aire para bicicletas, además de ocho millones de kilogramos de bandas de rodamiento. Otra fábrica que pertenece a la misma compañía en Kerala satisface parte de las necesidades de mixtura de caucho. Este arreglo ha contribuido a que la fábrica supere las dificultades causadas por la escasez de energía registrada en el Estado de Tamil Nadu.

La fábrica utiliza unos 900 litros de agua/m. Esta procede de pozos que, aunque se hallan situados muy cerca del mar, dan agua no salobre y de buena calidad. Existen en la zona varias otras industrias, por ejemplo, una fábrica de fósforos, una fábrica de baterías de pila seca, una fábrica de construcción de camiones en colaboración con una empresa del Reino Unido, una fábrica de motocicletas y otras industrias mecánicas.

La fábrica de que se trata utiliza los mismos procedimientos de producción que la fábrica de neumáticos N° 1.

Repercusión sobre el medio ambiente

Las principales diferencias con respecto a la fábrica descrita anteriormente son las siguientes:

- a) El negro de humo no se alimenta automáticamente a la cámara Banbury. Al contrario, los sacos se manipulan en la propia sección, dando como resultado una mayor contaminación de la zona a causa del negro de humo;
- b) La limpieza de moldes se lleva a cabo con chorro de arena mezclada con agua;
- c) No se tuvo en cuenta la dirección del viento al ubicar la cámara Banbury, con el resultado de que el viento lleva el negro de humo y los polvos a las otras zonas de producción;
- d) Los efluentes no se someten a tratamiento. Pasan por tubos conectados a la tubería principal a través de la cual se evacúan los efluentes de la ciudad al mar.

Tampoco se someten a tratamiento las aguas de alcantarillado, a excepción de algunos tanques sépticos que se dejan desbordar para que desguen en los drenajes conectados con el sistema principal de evacuación de efluentes al mar. En los cuadros 5 y 6 se dan los resultados de los análisis de efluentes llevados a cabo por NEERI a petición del grupo.

Cuadro 5

Resultados de los análisis del agua bruta utilizada
en la fábrica de neumáticos N° 2
(a excepción del pH, todos los resultados se expresan en ppm)

<u>Ensayo</u>	<u>Resultados</u>
pH	7,4
Turbidez (escala de sflíce)	8,0
Total de alcalinidad (como CaCO ₃)	180,0
Cloruro (Cl)	178,0
Total de dureza (como CaCO ₃)	96,0
Sulfato (SO ₄)	80,0
Hierro (Fe)	0,15
Manganeso	0,20
Sólidos disueltos	600,0

Cuadro 6 A

Resultados de análisis de efluentes procedentes de la
fábrica de neumáticos N° 2
(a excepción del pH, todos los resultados se expresan en ppm)

<u>Ensayo</u>	<u>Resultados</u>	
	<u>Desechos provenientes del proceso^{a/}</u>	<u>Combinación de desechos y de aguas de alcantarillado^{b/}</u>
pH	7,3	7,5
Alcalinidad (como CaCO ₃)	160	280
Cloruro (Cl)	180	235
Sulfato (SO ₄)	85,0	130,0
DBO 5 días a 20°C	25,0	500,0
DQO	86	810
Total de sólidos	700	1.100
Total de nitrógeno (N)	-	120,0
Fosfato (PO ₄)	0,75	2,25

a/ El agua de los procedimientos se vuelve a utilizar y se elimina como desecho únicamente una fracción de la misma.

b/ La combinación de desechos y aguas de alcantarillado se evacúa al mar.

B. Resultados del estudio de la contaminación del aire

<u>Materias con partículas en suspensión (mg/m³)</u>	<u>Resultados</u>
Dentro de la fábrica ^{a/}	621
Banbury ^{b/}	234

^{a/} Se trata de una zona cerrada; por consiguiente, las sustancias con partículas en suspensión no se escapan y la concentración es mayor.

^{b/} Debido al buen acondicionamiento del aire en esta zona, la cantidad de materias con partículas de suspensión es baja.

Efectos sociales y económicos

Thiruvottiyoor era una pequeña aldea hasta que algunas de las grandes industrias empezaron a establecer sus fábricas en la zona. A diferencia de Ambattur, esta zona no posee un parque industrial con muchas industrias pequeñas, y en ella se han establecido sólo fábricas grandes. Puesto que la aldea está situada en la costa, casi en la playa, el crecimiento industrial no ha afectado ningún terreno agrícola. Según los registros municipales, la población de la aldea aumentó de 37.571 habitantes en 1961 a 82.853 habitantes en 1971.

De todas las fábricas de la zona, los trabajadores de esta fábrica de neumáticos y los de una de las industrias mecánicas están mejor pagados que los demás. Los servicios de transporte de la zona han mejorado considerablemente como resultado del establecimiento de las diversas fábricas. También han aparecido muchos pequeños restaurantes y hoteles para atender a las necesidades de los trabajadores. Los centros educativos han mejorado considerablemente. Hay 17 escuelas primarias, 6 escuelas intermedias y 2 escuelas secundarias. Aparte de los servicios médicos proporcionados por la fábrica, varios médicos privados han abierto consultorios y muchas tiendas venden productos farmacéuticos.

Hay tres cinematógrafos y unos pocos clubes de recreación.

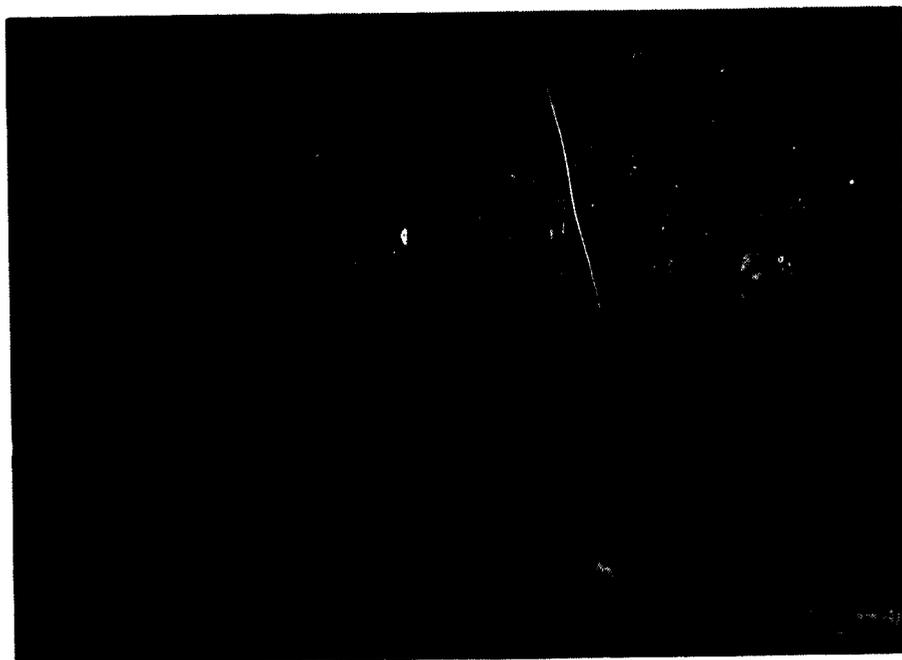
Entrevistas con los residentes de la localidad

Se preguntó a pescadores de la zona en qué forma les había afectado la industrialización. Muchos manifestaron que la demanda de pescado había aumentado y que les había resultado fácil vender el producto de la pesca. Al parecer, los efluentes evacuados al mar no afectaban en forma adversa la pesca de la zona. Se hizo la observación de que la evacuación al mar de las aguas de alcantarillado proporcionaba alimento para los peces de esa zona. Hay una marcada diferencia en el color de las aguas en el sitio en que se evacúan los efluentes al mar, y las gaviotas se alimentan de los desperdicios que flotan en el agua (véase la fotografía).

Se interrogó a un grupo representativo de 15 personas (4 trabajadores, 5 personas pertenecientes al público en general, 4 pescadores y 2 dueños de tiendas) sobre los efectos generales que la fábrica había producido en sus hábitos de vida. Algunos dijeron que el ruido de la fábrica les molestaba durante la noche, pero la mayoría de ellos declararon que se habían acostumbrado al ruido. Algunos manifestaron que debido al aumento del tránsito los niños que jugaban afuera corrían cierto peligro.

Industrias auxiliares

Varias plantas pequeñas de transformación de metales satisfacen las necesidades de las industrias de la zona. No se han establecido industrias para aprovechar los materiales de desecho de la fábrica de caucho.



Lugar donde los efluentes de una de las fábricas de neumáticos son descargados al mar en unión de gran cantidad de residuos de los vaciaderos municipales.

VI. OPERACIONES DE RECICLAJE

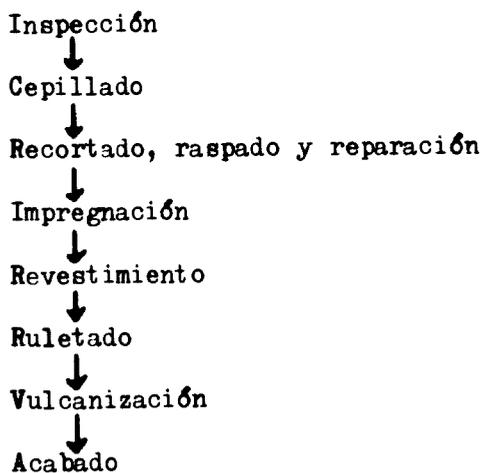
Taller de recauchutado de Madrás

El taller que visitó el equipo está situado en el mismo centro de Madrás. Su capacidad de producción es de 36.000 neumáticos anuales. Los propietarios del mismo también poseen un importante taller de automóviles y una oficina de venta de automóviles para pasajeros y de camiones nuevos.

El taller de recauchutado se encuentra en terreno llano, a unos 4 km de la playa. En torno a él hay establecimientos comerciales y unos cuantos talleres, y está bien comunicado por carretera con otros puntos importantes de la ciudad. Madrás tiene una población de 2,4 millones de habitantes. El clima es cálido y húmedo durante la mayor parte del año, con temperaturas que varían entre 20° y 40°C.

Proceso de producción

A continuación se indica el proceso de recauchutado:



Inspección

Todos los neumáticos son objeto de una inspección previa, a fin de elegir solamente los que sean aptos para el recauchutado. En esta fase se desechan los neumáticos cuyas cubiertas estén dañadas o debilitadas.

Cepillado

Una vez inspeccionados los neumáticos, se cepilla lo que queda de la banda de rodamiento y se iguala la superficie cepillada, dejándola sin embargo lo suficientemente basta para que pueda adherirse a ella la banda de material nuevo. En la máquina cepilladora se emplean cintas de tachuelas. La producción por cada turno de trabajo es de unos 80 neumáticos. El taller cuenta con equipo para la extracción del polvo de caucho, y, además de gafas protectoras, los operarios usan máscaras antigás para evitar la inhalación de partículas nocivas.

Recortado, raspado y reparación

Cepillado el neumático, se eliminan mediante recortado las desigualdades que haya en su superficie, se le raspa con la máquina raspadora y, si es necesario, se le hacen pequeñas reparaciones.

Impregnación

El operario aplica, con una brocha, una solución de caucho a la superficie cepillada, para lo cual se le provee de una máscara antigás que le protege contra el vapor del disolvente.

Revestimiento

Después de tratada la superficie con dicha solución, se aplica la banda de rodamiento.

Ruletado

La finalidad de esta operación es fijar la banda de rodamiento al neumático usado (pasando un rodillo sobre la misma) y expulsar a la vez el aire atrapado entre la nueva banda de rodamiento y la cubierta.

Vulcanización

Los neumáticos se vulcanizan -en moldes de tamaño y diseño apropiados- en prensas de vapor capaces de ejercer una presión de 3.515 a 4.018 kg/cm², donde permanecen entre 75 y 105 minutos, según sea el tamaño del neumático. En esta operación se emplean calderas verticales. Los moldeadores utilizan guantes para manipular los neumáticos calientes.

Acabado

El acabado de los neumáticos comprende dos operaciones: primero se desbarba el material sobrante escapado por los respiraderos o intersticios del molde, y luego se aplica una capa de pintura a la superficie del neumático.

Efectos sobre el medio ambiente

Generalidades

El recauchutado supone una gran ventaja para el medio ambiente, pues permite reutilizar los neumáticos gastados, que de otro modo plantearían un problema. Otra ventaja del recauchutado es que, gracias a él, la industria puede economizar recursos. Al efectuar el recauchutado, deben vigilarse cuidadosamente las siguientes operaciones:

- a) Cepillado y raspado. El empleo de extractores de polvo reduce la contaminación del aire por las partículas de caucho. Las partículas recogidas mediante el extractor se envasan en sacos y se venden como caucho regenerado a 40 dólares la tonelada. Los operarios se hallan expuestos a la inhalación de cierta cantidad de partículas, minimizada por el empleo de máscaras antigás. Para la protección de los ojos usan gafas adecuadas;
- b) Impregnación. Las máscaras utilizadas por los operarios ayudan a evitar los efectos nocivos del vapor del disolvente (alcohol de punto de fusión especial) de la solución vulcanizante;
- c) Vulcanización. En esta operación, el calor puede afectar la salud de los operarios, a quienes se les proporcionan guantes para manipular los neumáticos calientes.

El equipo no recibió información alguna sobre riesgos profesionales. El taller cuenta con un centro médico en el que anualmente se hace un reconocimiento al personal.

El equipo no dispuso de tiempo suficiente para visitar algunas de las plantas de recauchutado más pequeñas instaladas al costado de la carretera, pero tuvo noticias de que tales plantas prestan poca atención a los problemas de la contaminación. Estas plantas dan empleo a muy pocos trabajadores y no se hallan sujetas a la Ley de Fábricas.

Dos calderas que utilizan petróleo como combustible producen cierta contaminación del aire, pero no parece que ésta sea de importancia.

El agua utilizada para lavar los neumáticos se descarga en el alcantarillado para aguas fluviales. No existen otros efluentes.

Los residuos sólidos se eliminan de la siguiente manera:

- a) Materiales de envasado: los refuerzos de polietileno y los flejes se venden. Las cajas de cartón y los centros de bandas de rodamiento se devuelven a la fábrica para su reutilización;
- b) Los neumáticos inutilizables se devuelven a los clientes;
- c) Los residuos recogidos con los colectores de polvo -aproximadamente 3 toneladas mensuales- se venden como caucho regenerado. Se tiene la intención de aprovechar este material en una fábrica de revestimiento de frenos que se va a construir más adelante.

Efectos sociales y económicos

Empleo

La empresa posee 12 talleres de recauchutado, en diferentes partes del país, que proporcionan empleo a un total de 650 personas. En el taller visitado trabajaban 88 personas, y alrededor de 50 en cada uno de los otros; todo este personal se ha contratado localmente. Los salarios que pagan estos talleres son ligeramente superiores al salario medio de los operarios de la industria del Estado de Madrás. Existen 9 niveles de salarios. No se informó al equipo de que hubiera problemas laborales.

Asistencia social

Los servicios de cantina son buenos. A cada operario se le dan 3 uniformes, cuyo lavado es gratuito. A los hijos de los operarios se les conceden becas de estudio. Los trabajadores tienen posibilidad, previa capacitación en el taller, de ascender hasta la categoría de capataces. No se producen desplazamientos de población importantes, pues los trabajadores son contratados localmente.

Beneficios económicos

En el país escasean los neumáticos para camiones, y los neumáticos nuevos suelen venderse en el comercio a un precio superior a su valor nominal. Un neumático nuevo para camiones (tamaño 9.00-20) viene a costar el equivalente de 200 dólares, mientras que en el recauchutado de un neumático usado sólo cuesta el equivalente de 43 dólares. Recauchutar un neumático para automóvil de pasajeros cuesta 13 dólares, y el precio de un neumático nuevo es de unos 25 dólares.

En la India no se han establecido normas relativas al recauchutado. Las empresas importantes que se dedican a ello, unas cinco en total, mantienen por lo común un buen nivel de calidad, pero las 4.000 plantas pequeñas aproximadamente que operan al costado de la carretera, no están en condiciones de aplicar un control de calidad estricto. Se dice que por 4.000 dólares puede establecerse un pequeño taller de recauchutado. El capital de inversión del taller visitado es de unos 116.600 dólares, estimándose en 400.000 dólares el volumen de las ventas anuales.

Planta de regeneración de caucho cercana a Ernakulam

El equipo visitó una planta típica de regeneración de caucho situada en el campo, a 25 km de la ciudad de Ernakulam (Kerala). Se eligió este lugar porque la mano de obra era más económica y porque los terrenos eran baratos. El lugar está rodeado de arrozales y de plantaciones de cocoteros y de árboles de caucho. Como se halla junto a la carretera principal, puede servirse del transporte por carretera para obtener las materias primas que necesita. La zona es montañosa. Por hallarse situada la planta a un nivel más alto que el de los terrenos circundantes, el drenaje de las aguas fluviales se produce naturalmente.

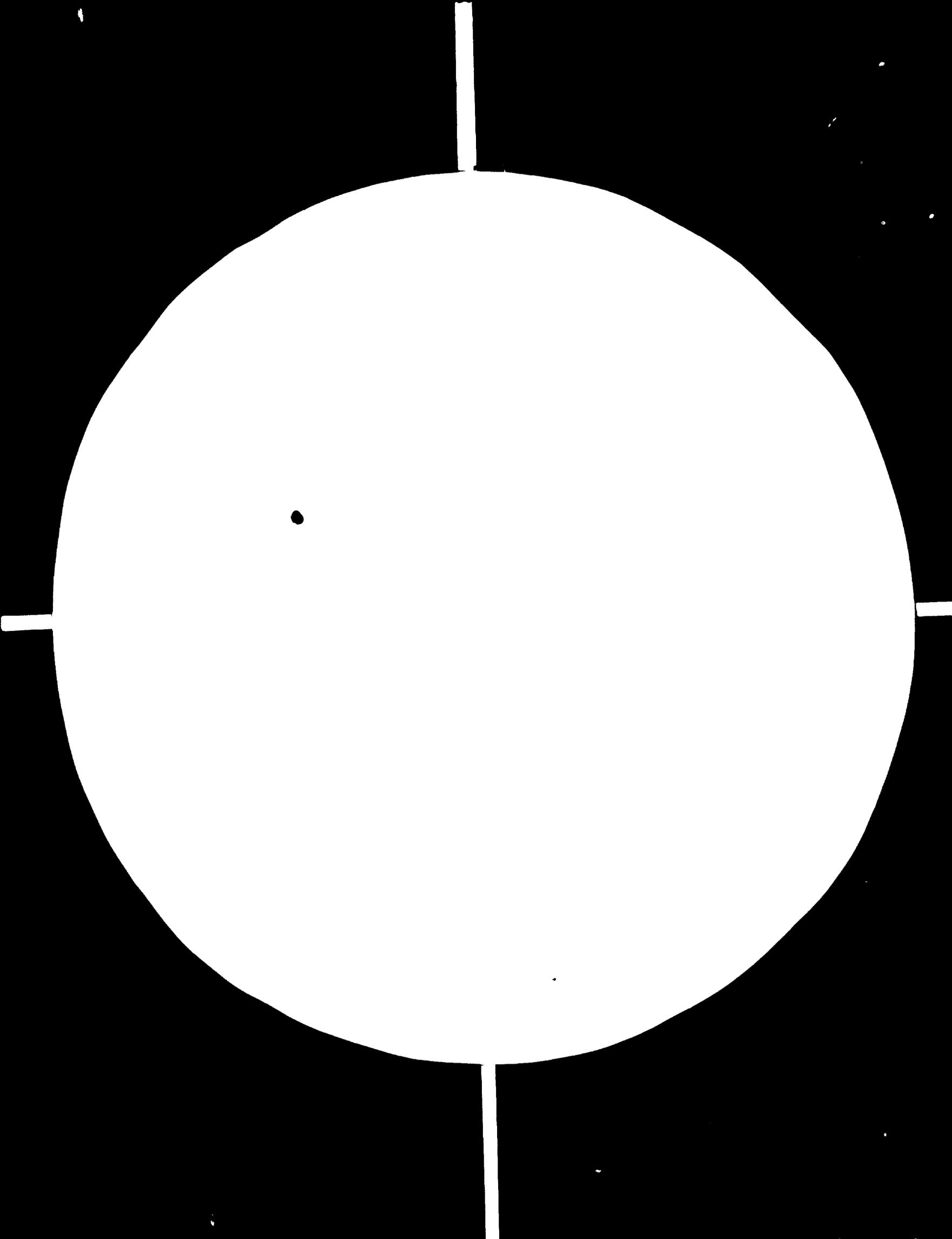
Los neumáticos viejos y otros productos de caucho -aproximadamente 15 toneladas- utilizados como materias primas para la industria se almacenan al aire libre. En los almacenes externos se acumulan aproximadamente 300 toneladas de materiales. El empleo de tales almacenes permite desahogar el recinto de la planta, al evitar la presencia en ella de un gran número de trabajadores relacionados con las operaciones de almacenamiento. Alrededor del 25% de los materiales consumidos por la planta procede de neumáticos viejos, y el 75% restante de sobrantes de los talleres de recauchutado.

Un 90% del caucho que se produce en todo el mundo no se regenera, y acaba como desecho que ha de eliminarse. Existen muchos métodos de regeneración del caucho. Por muchas razones, entre ellas su bajo costo, el caucho regenerado resulta útil como ingrediente de las mezclas de caucho nuevo.

G - 370



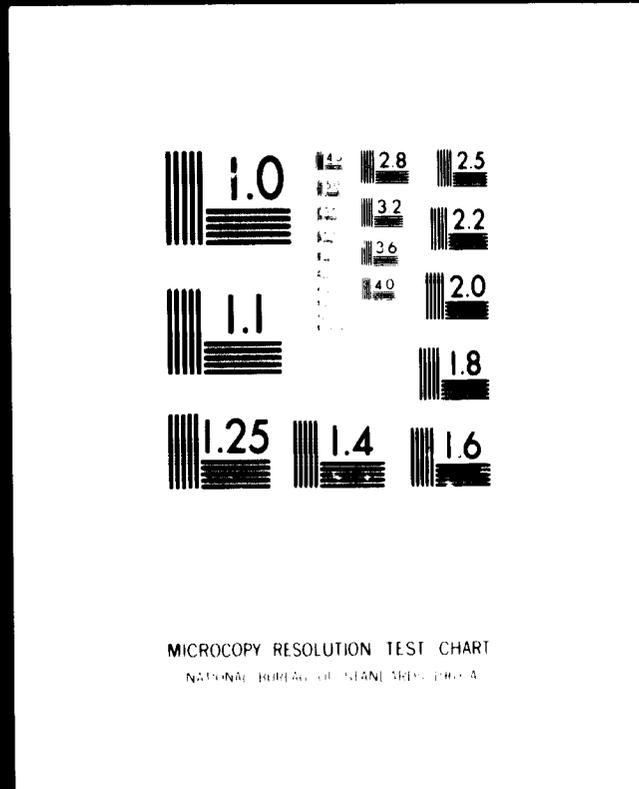
77 . 11 . 01



2 OF 2

06740

S



24x

A

A continuación se expresa, en toneladas, el consumo anual de caucho natural, sintético y regenerado de la India, durante cinco años respecto de los cuales se dispone de datos:

<u>Año</u>	<u>Caucho natural</u>	<u>Caucho sintético</u>	<u>Caucho regenerado</u>	<u>Total</u>
1964/65	61.057	15.285	9.569	85.711
1965/66	63.765	21.553	9.774	95.092
1966/67	68.685	23.592	10.913	103.190
1967/68	74.518	23.324	11.862	109.704
1968/69	86.615	27.238	14.169	128.022

A la sazón, existen en el país unas ocho fábricas de caucho regenerado, con una producción total de alrededor de 16.000 toneladas anuales.

Breve descripción del proceso

Primeramente, los neumáticos viejos y otros productos de caucho desechados se reducen a polvo en molinos. A continuación se separan los elementos metálicos mediante separadores magnéticos y succión de aire. El caucho molido se introduce en la mezcladora interna de un regenerador, donde se mezcla con productos químicos y aceites, tras lo cual se procede a la operación de acabado, que consiste en hacer pasar el caucho por unos rodillos refinadores que lo reducen a láminas.

El regenerador seco de esta planta tiene, al parecer, las siguientes ventajas:

- a) Supone un mayor ahorro de recursos, pues no se destruyen materiales. En otros procesos, parte del material se quema o se destruye;
- b) Apenas se producen efluentes. Otros procesos requieren:
 - i) Lavado de las materias primas
 - ii) Lavado del grumo digerido durante el proceso que tiene lugar en la caldera de regeneración, para eliminar la sosa cáustica y otros productos químicos;
- c) Tanto en el proceso de digestión como en el de regeneración térmica en cuba, los residuos representan hasta el 30% de la mezcla, debido a que los materiales no se cuecen, se cuecen excesivamente o no se digieren. Los efluentes digeridos y el condensado de las autoclaves tienen que eliminarse. Debido al empleo de vapor, los óxidos de azufre y otros ingredientes tóxicos del caucho son eliminados como efluentes, lo que no ocurre en el proceso del regenerador seco.

Efectos sobre el medio ambiente

Residuos sólidos

La atmósfera del local está bastante cargada de partículas de caucho, pese a las medidas que se han tomado para la succión y extracción de las mismas. Las barreduras se reciclan, las fibras se venden a los comerciantes de desperdicios de algodón, y la arena se utiliza como relleno de tierras.

Efluentes

Mediante este proceso no se expulsan efluentes al exterior. Para las instalaciones de refrigeración se utiliza el agua de los propios pozos de la planta, y el agua enfriada se hace circular por la trituradora del regenerador y de otros elementos.

Emisiones gaseosas

El olor del caucho quemado es muy intenso, pero, no se tienen noticias de que haya provocado efectos adversos. El olor es tan fuerte que, con frecuencia, los automovilistas que pasan por los alrededores de la planta y desconocen la existencia de ésta detienen su automóvil para ver si algo va mal. En el interior de la planta, el aire está muy contaminado, debido a que en la mezcladora interna se añade hasta un 6% de negro de humo; también se añaden arcilla de China y otras cargas, de acuerdo con los requisitos estipulados por el cliente. Está previsto añadir a los grumos aceite y negro de humo en forma de lechada, con lo que se reduciría la contaminación del aire de la planta.

Efectos sociales y económicos

Cuando la planta no existía, los operarios que ahora trabajan en ella se dedicaban a triturar granito, y sus salarios eran bajos. Los salarios que paga la fábrica ascienden a más del doble de los que antes percibían los trabajadores, y, en consecuencia, tanto éstos como sus familias disfrutaban de un nivel de vida más elevado.

La planta cuenta con 29 operarios, que viven en la zona y que han sido contratados localmente. Se han contratado 12 supervisores procedentes de distintas zonas. La planta vecina es de propiedad estatal y fábrica transformadores y productos de carpintería metálica para la construcción de edificios. Se está construyendo cerca otra fábrica, que producirá cocinas de gas.

No se han observado efectos nocivos para la agricultura. No existen industrias auxiliares que utilicen productos de la planta o suministren materiales a ésta.

Diariamente entran y salen 15 toneladas de materiales.

Existen servicios e instalaciones de ensayos (máquina para ensayos de tracción, durómetro, espesímetro) a disposición de los fabricantes de productos de caucho, incluso de los que no utilizan caucho regenerado.

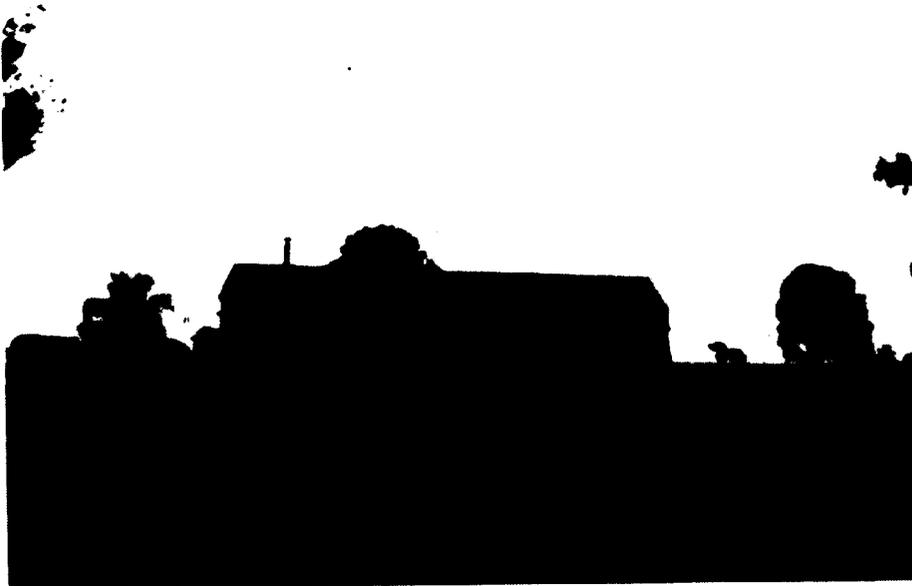
Los operarios se ven obligados a respirar el aire cargado de polvo, pues no se han instalado colectores. No les gusta utilizar máscaras antigás, y prefieren taparse la nariz con un trapo.

En torno a la fábrica se amontonan desechos de caucho y neumáticos viejos, que al mojarse durante la estación de las lluvias podrían ser una fuente de mosquitos. Sin embargo, la regeneración de neumáticos viejos reduce la descarga de desechos en otras zonas.

Planes de expansión

Se tiene proyectado aumentar la capacidad de trituración y refino hasta alcanzar el nivel de capacidad del regenerador. Asimismo, se ha previsto establecer en Calcuta otra planta de la misma capacidad, es decir, 4.500 toneladas anuales (3 turnos). Al momento de realizarse la visita, la mitad de la producción se vendía en la región de Calcuta. Se está estudiando la posibilidad de establecer plantas de trituración más pequeñas en diversas partes del país, pues como los neumáticos son artículos voluminosos resultaría más económico transportar el caucho molido.

A continuación, una fotografía de la planta.



Planta de regeneración de caucho ubicada
en una zona rural cercana a Ernakulam (Kerala)

Conclusiones

Existen limitaciones técnicas al empleo de caucho regenerado, pero no cabe duda que interesa utilizar este ingrediente en la operación de mezclado.

Algunas de sus ventajas son:

- a) Como el material ya está plastificado, se requiere menos energía para el mezclado;
- b) La utilización en la mezcla de caucho regenerado contribuye a reducir las temperaturas de vulcanización;
- c) Debido a que el caucho regenerado es más barato que el caucho nuevo, puede utilizarse para obtener una mezcla más económica en el caso de muchos artículos como, por ejemplo, pedales de bicicletas, esterillas para automóviles, neumáticos macizos, cajas de baterías, etc., en los que el empleo de una mezcla de gran calidad supondría un derroche. En realidad, el caucho regenerado puede utilizarse como el único elastómero en algunas mezclas de baja calidad. (Una de las desventajas del caucho regenerado es que reduce la resistencia de la mezcla a la abrasión. Este inconveniente puede superarse en cierto grado utilizando una carga de caucho nuevo y negro de humo.)
- d) El empleo de caucho regenerado contribuye sin duda a economizar recursos. La regeneración de neumáticos viejos y de otros desechos de caucho ayuda a evitar que se descarguen en el medio ambiente desechos desagradables y malsanos;
- e) La industria de regeneración del caucho proporciona empleo en las plantas propiamente dichas y en los servicios de recolección y transporte de materiales.

La planta visitada por el grupo tiene poca influencia sobre el medio ambiente o la salud de los operarios, debido a que se halla situada en una zona rural. El equipo colector de polvo apropiado debe ser un elemento esencial de la planta.

La adición de aceites diluyentes y de negro de humo para obtener mezclas básicas con caucho regenerado contribuiría a reducir la contaminación en las industrias manufactureras que utilizan caucho regenerado.

VII. LEGISLACION, PLANIFICACION DEL MEDIO AMBIENTE
Y COORDINACION AL RESPECTO, EN LA INDIA

Legislación sobre lucha contra la contaminación

En febrero de 1974 el Parlamento de la India aprobó una ley sobre aguas (prevención y lucha contra la contaminación), con el fin de reglamentar: a) la prevención y la lucha contra la contaminación de las aguas; b) el mantenimiento o restablecimiento de la salubridad de las aguas; c) el establecimiento de organismos para la prevención y la lucha contra la contaminación de las aguas; d) el otorgamiento y la asignación a estos organismos de las atribuciones y funciones pertinentes a estos efectos y con respecto a las cuestiones conexas^{1/}.

Sólo dos Estados de la India cuentan con reglamentos relativos a la contaminación del agua. La ley de 1948 relativa a las fábricas es muy vaga y general y no muy fácil de aplicar.

La ley de 1974 sobre la contaminación de las aguas estipulaba la creación de una Junta Central, Juntas Estatales y Juntas Mixtas. La Junta Central se compone de un presidente y un miembro secretario, que trabajarán a tiempo completo, cinco funcionarios designados por el Gobierno Central, tres miembros no funcionarios representantes de la agricultura, la pesca y la industria, hasta cinco miembros representantes de las Juntas Estatales y dos representantes de las empresas privadas o públicas. La Junta Central tiene las funciones siguientes: a) asesorar al Gobierno sobre cualquier actividad relacionada con la prevención y la lucha contra la contaminación de las aguas; b) coordinar las actividades de las Juntas Estatales y resolver las controversias entre ellas; c) proporcionar asistencia técnica y pautas a las Juntas Estatales; d) planear y organizar la capacitación de las personas que se ocupan de la lucha contra la contaminación; e) organizar, utilizando los medios de comunicación masiva, un programa amplio sobre la lucha contra la contaminación; f) reunir, compilar y publicar datos técnicos y estadísticos relativos a la contaminación de las aguas; g) establecer, modificar o anular, en consulta con los Gobiernos Estatales, normas sobre corrientes de agua y pozos; y h) planear y procurar que se lleve a cabo en el ámbito nacional, un programa encaminado a evitar, eliminar o disminuir la contaminación de las aguas.

^{1/} Se pueden obtener ejemplares de esta ley pidiéndolos al Ministerio de Obras Públicas y Vivienda del Gobierno de la India.

Cada Junta Estatal está formada por un presidente y un miembro secretario de dedicación exclusiva, cinco funcionarios designados por el Gobierno del Estado, cinco miembros en representación de los organismos locales, tres miembros no funcionarios en representación de la agricultura, la pesca, etc., y dos personas en representación de la industria.

Las funciones de una Junta Estatal son las siguientes: a) asesorar al Gobierno del Estado en cuestiones relativas a la contaminación; b) planear un programa global de lucha contra la contaminación y reunir y difundir información sobre esta cuestión; c) colaborar con la Junta Central en diversas actividades; d) estimular las investigaciones sobre esta cuestión; e) establecer normas e inspeccionar las plantas de tratamiento de efluentes industriales y de aguas residuales; f) desarrollar métodos eficaces de tratamiento de aguas; g) desarrollar métodos para utilizar las aguas residuales y los efluentes en la agricultura; y h) establecer normas respecto a los efluentes.

Dos o más Estados pueden acordar constituir una Junta Mixta, que constará de un presidente y un miembro secretario de dedicación exclusiva, un funcionario designado por el Gobierno Central, un miembro no funcionario designado por el Gobierno Central y dos personas procedentes de la industria. El Gobierno del Estado para el que se haya constituido una Junta Mixta tendrá competencia para encauzar del modo que mejor le parezca cualquier cuestión que se encuentre bajo la jurisdicción territorial exclusiva de dicho Estado. Estas juntas podrán establecer o reconocer un laboratorio o laboratorios, a fin de que cada junta pueda desempeñar eficazmente sus funciones, incluido el análisis de muestras de aguas residuales y efluentes.

Cualquier funcionario autorizado por las Juntas puede entrar en el recinto de cualquier empresa industrial y tomar muestras. Una persona declarada culpable de violar una orden dada por alguna de estas juntas puede ser condenada a pena de prisión de hasta tres meses o al pago de una multa de hasta 5.000 rupias, o ambas. Si continúa la violación de la orden, se podrá imponer una multa adicional de hasta 1.000 rupias por cada día que continúe. La ley sigue diciendo:

- "a) nadie podrá intencionalmente descargar o permitir que se descargue (directa o indirectamente) en una corriente de agua o pozo alguna sustancia venenosa, nociva o contaminante según las normas que haya establecido la Junta Estatal; y

"b) nadie podrá intencionalmente descargar o permitir que se descargue en una corriente de agua cualquier... sustancia que pueda tender ... a impedir una circulación adecuada... o a agravar considerablemente la contaminación..."

El Gobierno Central y los Gobiernos Estatales pueden a) establecer laboratorios centrales o estatales para el análisis de las aguas o b) determinar qué laboratorios están autorizados para llevar a cabo estas funciones.

Labor realizada por la Institución de Normalización de la India respecto de la lucha contra la contaminación de las aguas

Mucho antes de que se promulgara ley alguna sobre contaminación, la Institución de Normalización de la India (INI) había establecido las normas necesarias para la lucha contra la contaminación de las aguas y pautas para el tratamiento de ciertos desechos industriales. El INI dispone de tres normas sobre la descarga de efluentes industriales en medios diversos. Estas normas comprenden los límites de tolerancia para los efluentes industriales descargados a) en las aguas de superficie mediterráneas; b) en los alcantarillados públicos; y c) en el campo, con fines de riego.

Puesto que no existen normas de cumplimiento obligatorio, varios Gobiernos Estatales y municipalidades aplican las normas INI sobre lucha contra la contaminación de las aguas^{2/}.

Aplicación de las normas sobre lucha contra la contaminación

Las dificultades son inevitables en el caso de empresas que carecen de fondos suficientes para emprender tareas de eliminación de desechos. A las nuevas industrias, quizá les sea posible incorporar un sistema de tratamiento de desechos desde un principio, o elegir un lugar favorable para su ubicación. En la reunión celebrada con la Secretaría conjunta de desarrollo industrial se comunicó al grupo que en todas las solicitudes de autorización para establecer una empresa industrial figuraban disposiciones para garantizar que se tomarán medidas contra la contaminación, y se concedían permisos provisionales con la condición estricta de que se introdujeran dichas medidas. En el caso de pequeñas empresas, la solución podría ser instalar servicios comunes, con carácter cooperativo. En cuanto a las ciudades y comunidades que se verán obligadas a instalar sistemas de alcantarillado, la financiación será un problema y se prevé que recurrirán al Gobierno para conseguir préstamos.

^{2/} Se pueden obtener ejemplares de las normas INI sobre los límites de tolerancia pidiéndolos a la Institución de Normalización de la India, Manak Bhavan, 9 Bahadur Shah Zafar Marg, Nueva Delhi.

En cuanto a las industrias que deben instalar equipos costosos de tratamiento de aguas residuales, se cree aconsejable ofrecer incentivos fiscales como se hace en algunos países occidentales, por ejemplo, deduciendo a fines impositivos en un año toda la amortización de la planta de tratamiento de aguas residuales.

El Comité Nacional de planificación y coordinación
en cuestiones relativas al medio ambiente

El Comité Nacional de planificación y coordinación en cuestiones relativas al medio ambiente fue establecido por el Gobierno para examinar sobre cuestiones relacionadas con el medio ambiente, y prestar asesoramiento al respecto, con el mandato siguiente:

- a) Identificar e investigar los problemas relativos a la conservación o el mejoramiento del medio ambiente humano en el país, en relación con el crecimiento demográfico y su distribución y desarrollo económico;
- b) Examinar las políticas y los programas que influyen considerablemente sobre la calidad del medio ambiente y asesorar al Gobierno, a las autoridades públicas y a las industrias interesadas acerca de las repercusiones sobre el medio ambiente de las actividades, los programas y las políticas, y acerca de las cuestiones relacionadas con una utilización adecuada del medio ambiente;
- c) Examinar la legislación, las reglamentaciones y el mecanismo administrativo existentes para la utilización del medio ambiente, y asesorar a las autoridades pertinentes con respecto a los cambios que sean necesarios;
- d) Proponer soluciones a los problemas del medio ambiente después de tener en cuenta, en la medida de lo posible, todos los factores pertinentes, incluida la relación entre resultados y costos;
- e) Tomar las medidas necesarias para que las políticas y medidas relativas al medio ambiente se coordinen con las políticas y medidas económicas y para que los resultados de las investigaciones sobre el medio ambiente se utilicen plenamente en el marco amplio de la planificación para el desarrollo económico y social;
- f) Asesorar sobre la conservación de la naturaleza en todos sus aspectos, con miras a aumentar el conocimiento de la naturaleza, intensificar el amor a la naturaleza en la población y salvaguardar para el futuro el rico acervo natural del país;
- g) Promover la investigación sobre los problemas del medio ambiente y crear establecimientos para estas investigaciones cuando sea necesario;

- h) Promover e intensificar la instrucción sobre el medio ambiente a diversos niveles del sistema de enseñanza;
- i) Despertar y aumentar la conciencia del público sobre los problemas del medio ambiente a través de conferencias, seminarios, simposios y otros medios;
- j) Cooperar con las Naciones Unidas y otros organismos internacionales en los programas de ámbito global relativos al medio ambiente y mantenerse al día respecto a las novedades en la esfera del medio ambiente que se produzcan en otros países.

Oficina de planificación y coordinación en cuestiones
relativas al medio ambiente

La Oficina de planificación y coordinación en cuestiones relativas al medio ambiente, formada por científicos e ingenieros de diversas disciplinas, se estableció para ayudar al Comité Nacional de planificación y coordinación en cuestiones relativas al medio ambiente a formular los planes y programas de coordinación relacionados con el mejoramiento del medio ambiente. Esta Oficina colabora con los ministerios pertinentes para velar por que se utilice adecuadamente el equipo de lucha contra la contaminación en las fábricas que se establezcan en el futuro. Algunas de las actividades de la Oficina son las siguientes:

- a) Programas de capacitación e instrucción en cuestiones del medio ambiente. Estos abarcan conferencias, seminarios y artículos en diarios y revistas para aumentar la "conciencia acerca del medio ambiente" entre los ciudadanos;
- b) Investigación sobre el medio ambiente. La Oficina fomenta las actividades realizadas en laboratorios nacionales con miras a desarrollar técnicas para el tratamiento y la eliminación de aguas residuales y desechos sólidos de fuentes domésticas y agrícolas. Además de fomentar el desarrollo de soluciones tecnológicas, la Oficina promueve activamente las investigaciones sobre otras opciones, como por ejemplo la ubicación adecuada de las actividades generadoras de contaminación y el desarrollo de diversos métodos para eliminar y para volver a utilizar los desechos. Ha establecido dos comités para formular y coordinar programas de investigación en materia de protección del medio ambiente:
 - i) El Comité de investigación sobre el medio ambiente. Este Comité lleva a cabo investigaciones sobre los asentamientos humanos, la contaminación ambiental y el aprovechamiento de los recursos naturales;
 - ii) El Programa nacional indio sobre el hombre y la biosfera. Este Comité, en colaboración con el programa MAB de la UNESCO, se ocupa de los aspectos ecológicos del medio ambiente como, por ejemplo, la conservación de la naturaleza, la protección de la

fauna salvaje y la supervisión de suelos y cultivos. En 1973 se llevó a cabo un simposio sobre la vegetación acuática nociva en el que se presentaron 54 monografías sobre ecología, hidrología, limnología, pesca, agronomía, botánica, ingeniería y física. Este enfoque multidisciplinario dio lugar a la elaboración de pautas y estrategias para combatir la contaminación;

- c) Estudio sobre las tierras húmedas. Después de un estudio de ámbito nacional se preparó un mapa de las tierras húmedas de la India. Se está realizando otro estudio sobre las plagas de malezas acuáticas en el país;
- d) Evaluación de proyectos. La Oficina, en común con la división de evaluación de proyectos de la Comisión de planificación, está preparando pautas para evaluar los costos y beneficios relativos de los proyectos de desarrollo que toman en cuenta los factores relacionados con el medio ambiente. Se están elaborando procedimientos de evaluación cuantitativa y un método para determinar las repercusiones sobre el medio ambiente. A continuación se indican algunos de los proyectos que se han examinado para determinar los efectos que tendrían sobre el medio ambiente:

Propuesta de establecimiento de una refinería de 6 millones de toneladas en Matura

Propuesta de establecimiento de una academia naval en el lago Chilka

Pautas para la selección de emplazamientos para centrales térmicas

Propuesta de construcción de una central de energía hidroeléctrica dentro del refugio para animales silvestres de Mudumalai

- e) Planificación. Se han presentado a la Comisión de planificación propuestas relativas a un plan quinquenal para mejorar el medio ambiente. El proyecto abarca, entre otras, las siguientes esferas:
 - Aspectos de los asentamientos humanos relativos al medio ambiente
 - Contaminación del medio ambiente
 - Aspectos del aprovechamiento de los recursos naturales relativos al medio ambiente
 - Capacitación e instrucción sobre investigaciones en cuestiones ecológicas y del medio ambiente;
- f) Ruido. La Oficina colabora con el Consejo de Consumidores de la India en la adopción de medidas para resolver el problema creciente de los ruidos;
- g) Participación en el Comité de asesoramiento técnico del Ministerio de riego y energía. La Oficina está representada en este Comité.

Instituto Nacional de investigación sobre
tecnología del medio ambiente

El Instituto Nacional de investigación sobre tecnología del medio ambiente, que tiene su sede en Nagpur y cuenta con 12 laboratorios de zona diseminados por el país, ha presentado recomendaciones relativas a la adopción de métodos

económicos de lucha contra la contaminación ajustados a las condiciones locales, en las siguientes esferas:

Tratamiento de desechos industriales

Tratamiento de aguas

Tratamiento de aguas residuales

Análisis de la contaminación del aire en las principales ciudades

Estudios microbiológicos

Estudios sobre métodos de eliminación de desechos sólidos

Cursos de capacitación en tecnología de sanidad pública para el personal que trabaja sobre el terreno y seminarios sobre temas importantes, como por ejemplo el tratamiento y la eliminación de los desechos de curtidurías, y la contaminación de los estuarios.

Merecen una mención especial las investigaciones sobre el tratamiento de desechos industriales y los análisis de la contaminación industrial del aire realizados por el Instituto y que constituyen una contribución considerable a los esfuerzos realizados en la India para eliminar la contaminación del medio ambiente.

VIII. LEGISLACION EXISTENTE Y PROPUESTA RELATIVA A LA LUCHA
CONTRA LA CONTAMINACION, EN EL REINO UNIDO

Tipos de contaminación

Aire

La ley de 1906 sobre productos alcalinos y las leyes de 1956 y 1968 sobre contaminación del aire establecieron normas para las emisiones industriales en la atmósfera, incluidos humos, partículas y polvo, originadas por procesos químicos e industriales específicos, y se indicaron los "mejores métodos prácticos" para reducir la contaminación del aire. Las fábricas de caucho sintético quedan comprendidas en la jurisdicción de estas leyes. Básicamente, se estableció que las chimeneas de las calderas debían tener una altura determinada. Esta altura se determinó en 1969 teniendo en cuenta los niveles de producción de dicho año. No se han tomado otras medidas adicionales.

Agua

El grupo celebró conversaciones con un funcionario encargado de las cuestiones de contaminación perteneciente a la Dirección de Aguas de la región meridional, que controla la zona de Southampton. La ley de 1960 acerca de la contaminación de los ríos (estuarios y aguas de mareas) abarca el control de las descargas nuevas o alteradas, mientras que la ley de 1951 solamente se aplicaba a las aguas no mareales y algunos estuarios mareales concretos. Esto significa que solamente las nuevas descargas efectuadas después de septiembre de 1960 están sometidas al control de esta Dirección de Aguas.

Las normas establecidas anteriormente son flexibles y toman en cuenta el volumen y la composición del efluente, la posible dilución y el efecto probable de la descarga en el agua receptora. Los datos procedentes de estos ensayos no están disponibles para el público. Si los contaminantes presentes en el agua de desechos son excesivos, la autoridad local sólo puede recomendar que se corrija la situación. La legislación existente no está respaldada por una autoridad legal. Afortunadamente, se encuentran en vías de promulgación leyes más estrictas como, por ejemplo, el proyecto de ley sobre lucha contra la contaminación, que regulará la emisión de efluentes en los estuarios y en las aguas costeras. Se espera que, gracias a esta ley y otras similares, se lleven a cabo más ensayos en la salida de los colectores en los que se tomen

en cuenta los parámetros de contaminación de los factores siguientes: demanda biológica de oxígeno, demanda química de oxígeno, pH, sólidos en suspensión, y aceite y grasas.

Ruido

La ley de 1961 sobre fábricas prohíbe ruidos que puedan "causar riesgo de lesiones orgánicas". Se han publicado numerosos informes en que se describen los peligros de los niveles elevados de ruido y se indican métodos para conseguir una reducción del ruido. El proyecto de ley sobre seguridad y salubridad en el trabajo, que se encuentra actualmente pendiente de aprobación en los cuerpos legislativos, contiene disposiciones relativas a la reducción de los ruidos.

Lucha contra la contaminación

Desde el siglo XIX se ha reconocido la necesidad de controlar las emisiones en la atmósfera. Ya en el decenio de 1860 se establecieron normas para controlar las emisiones de las fábricas. En los últimos años se han conseguido resultados considerables en la reducción de la contaminación atmosférica. Más recientemente se ha prestado atención al control de la emisión de humos domésticos. La ley de 1956 sobre contaminación del aire dio a las autoridades locales la posibilidad de controlar las emisiones domésticas.

La calidad del agua de la red de suministro pública y la lucha contra la contaminación son cuestiones que han adquirido mucha importancia en los últimos años. Se han establecido diez organismos regionales para administrar los servicios de suministro de agua y de alcantarillado del país. El Departamento del medio ambiente asume la responsabilidad general de garantizar el funcionamiento satisfactorio de estos organismos.

Este Departamento se estableció en noviembre de 1970^{3/}. Tiene a su cargo toda una gama de funciones relativas al medio ambiente en que vive la población, entre otras las siguientes:

- Planificación del uso de las tierras
- Gestión de la construcción de carreteras y del tráfico
- Perfeccionamiento del medio urbano
- Conservación y uso para recreo del campo

^{3/} El Departamento del medio ambiente ha publicado un libro sobre sus actividades. Este libro puede pedirse al Department of the Environment, 2 Marsham St., Londres SW1.

Protección de monumentos antiguos y edificios históricos

Lucha contra diversos tipos de contaminación

Creación de servicios de suministro de agua y de eliminación de aguas de desecho

Supervisión general de las industrias de construcción

Construcción de viviendas

Proyección de nuevas ciudades

Muchos aspectos del transporte de superficie en el interior del país

Desarrollo regional

El jefe del Departamento es el Secretario de Estado para el medio ambiente y el número de personas empleadas es de alrededor de 80.000. El presupuesto anual se acerca a los 10.000 millones de dólares. Aunque todas las actividades del Departamento se relacionan con la protección del medio ambiente, las esferas concretas relativas a la lucha contra la contaminación en que se concentra son las siguientes:

Purificación del aire

Suministro de agua y eliminación de aguas de desecho

Disminución del ruido

Eliminación de desechos sólidos

En la esfera de la contaminación sonora, el Departamento tiene jurisdicción general sobre las actividades locales. La contaminación sonora puede disminuirse aislando la fuente de ruido o reduciendo el nivel de este último. Entre otros elementos de control se encuentra también un Consejo de asesoramiento sobre el ruido, establecido como fuente independiente de recomendaciones gubernamentales.

Los sistemas para la recolección y eliminación de desechos sólidos se encuentran a cargo de las autoridades locales. En ocasiones, el Departamento ha controlado estas operaciones. En algunos casos se han eliminado inadecuadamente desechos tóxicos lo que ha originado riesgos para la salud pública. En los casos en que la salud pública podría quedar afectada, el Departamento ha intervenido limitando las atribuciones de las autoridades locales.

IX. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Producción de caucho natural

Conclusiones

1. La producción de caucho natural ofrece la posibilidad de dar empleo a un gran número de trabajadores tanto en las plantaciones como en las fábricas de elaboración. El desempleo es uno de los principales problemas en un país en desarrollo como la India.
2. Permite dar participación a un mayor número de establecimientos pequeños, por lo que su impacto social es considerable.
3. Las plantaciones de caucho presentan las siguientes ventajas ecológicas:
 - a) Purifican el aire;
 - b) El caucho es un cultivo de reforestación superior a otros cultivos forestales;
 - c) Las zonas en las que se cultiva el caucho no resultan particularmente idóneas para el cultivo de alimentos, salvo unas pocas excepciones. Es muy probable que el cultivo de alimentos en estas tierras provoque la erosión del suelo;
 - d) El cultivo de una capa protectora de leguminosas que se suele combinar con el cultivo científico del caucho sirve de estabilizador del terreno.
4. No se está prestando la atención debida a los daños ocasionados por la descarga en corrientes de agua de los efluentes procedentes de la producción del látex concentrado y del caucho macizo. Los niveles de disolución pueden ocasionar daños considerables, sobre todo durante los meses de verano; el grupo no pudo evaluar la magnitud de estos daños debido a la falta de controles y análisis periódicos.

El grupo no recibió ningún informe sobre contaminación de la tierra por el empleo de fungicidas.
5. Los industriales otorgaron en el pasado una prioridad baja a las consideraciones ambientales, habiéndose preocupado primordialmente de los beneficios sociales que reportaba la creación de nuevos puestos. El grupo

opina que la principal razón de esta baja prioridad no fue el costo sino la falta de una conciencia clara de la importancia que reviste la protección del medio ambiente en comarcas rurales, atribuible probablemente a la capacidad del medio rural para absorber una cierta medida de contaminación sin efectos adversos perceptibles.

Recomendaciones

1. Deben adoptarse medidas para mitigar la contaminación ambiental ocasionada por la descarga de efluentes de las plantas de elaboración, de las cuales las de látex concentrado son las que ocasionan los valores DBO y DQO más altos.

Se ha trabajado mucho para la obtención de métodos de tratamiento económicos mediante la aireación y el cultivo de algas, y debe persuadirse a los industriales de que instalen equipo para tratar los efluentes de sus fábricas incluso antes de que se hayan fijado los niveles tolerables y que haya entrado en vigor la nueva legislación sobre lucha contra la contaminación.

2. El Gobierno y la Junta del Caucho deben adoptar medidas urgentes para hacer cumplir la legislación sobre lucha contra la contaminación.

3. Las sociedades cooperativas, que desempeñan una función muy útil en ayuda de los pequeños plantadores cuyas explotaciones ocupan el 69% de la zona total en la que se cultiva el caucho, deben ser estimuladas con asistencia financiera al efecto para que establezcan plantas capaces de utilizar métodos de elaboración modernos, como los empleados en la fabricación de caucho macizo.

4. Convendría otorgar préstamos y subsidios a los plantadores de caucho para que pongan en marcha nuevos programas de plantación y replantación de árboles. El grupo tuvo la oportunidad de considerar esta propuesta con un equipo del Banco Mundial que estaba visitando la zona.

5. Debería prestarse mayor atención a la diseminación de los resultados de las investigaciones efectuadas por el Instituto de Investigación del Caucho de la India sobre el empleo económico de fertilizantes en el cultivo del caucho, el uso juicioso de estimulantes del rendimiento y los efectos favorables de una capa protectora del suelo formada por la especie peuraria phaseoloides.

Producción de caucho sintético en la India

Conclusiones

1. La planta que visitó el grupo está localizada en una zona rural con abundantes terrenos baldíos que se pueden utilizar como lagunas para el tratamiento de efluentes. La mayor parte de los efluentes se descargan, sin embargo, en un río utilizado con fines de riego a través de una tubería de 4 kilómetros de largo, tras haber sido tratados sólo parcialmente. Las lagunas utilizadas para el tratamiento de la parte pequeña de los efluentes destinados al riego parecen ser eficaces.

2. Desde el punto de vista ambiental, los efluentes descargados en el río pueden constituir un peligro para la salud de los seres humanos que se bañan en el río y para los peces. Esto es particularmente cierto durante el verano, en que las concentraciones alcanzadas son altas. Sólo en fecha reciente se ha introducido legislación para la lucha contra la contaminación. Aunque se han constituido juntas de control, todavía no se han fijado los niveles tolerables. El actual nivel de la DBO de 750 ppm es muy superior al nivel tolerable de 200 ppm fijado por el Gobierno del Estado de Uttar Pradesh, que resulta generoso si se le compara con las normas internacionales y con las fijadas por la Institución de Normalización de la India. La empresa ha solicitado a los laboratorios del NEERI recomendaciones sobre el tratamiento de efluentes.

3. La industria ha efectuado sin duda una contribución importante a la economía local al crear empleos para más de 1.500 personas, y han de encomiarse las facilidades de esparcimiento creadas para la colonia de viviendas. La política de la empresa de fomentar industrias auxiliares en dicha localidad ha contribuido también a la prosperidad de la zona.

4. La fábrica da la impresión de estar bien concebida y bien administrada. La subutilización de su capacidad y su baja rentabilidad se deben a factores que escapan al control de la dirección.

Recomendaciones

1. Deben proseguirse con mayor vigor los esfuerzos para reducir, mediante un tratamiento bacteriológico, la DBO en los efluentes que se descargan en el río.

2. El análisis de los efluentes de las lagunas debe efectuarse en el punto de descarga de los mismos en la corriente de agua utilizada para riego y para abreviar al ganado.

3. Al montar cualquier nueva planta de caucho sintético, debe preverse una superficie de terreno adecuada para lagunas y estanques decantadores.

4. Convendría buscar un aprovechamiento mejor de los grumos de caucho de calidad no normalizada que se venden acualmente a precio irrisorio.

5. Deben eliminarse los riesgos para la salud derivados de la manutención de la tiza en la sección de embalaje, tal vez mediante una apertura en una pared lateral.

6. Antes de establecer una industria en un sector tan competitivo como el del caucho sintético, debe efectuarse un estudio de viabilidad, tomando en consideración los costos y la disponibilidad de materias primas. La planta SBR de la India fue proyectada a finales de los años 50 principalmente como medio de aprovechar tanto los excedentes de alcohol de azúcar de caña obtenidos como subproducto de las destilerías del Estado de Uttar Pradesh, que se exportaban en aquel entonces a precios no remuneradores, como el benzol, que se obtenía como subproducto de las plantas siderúrgicas. Los resultados obtenidos parecen indicar que no se evaluaron como es debido ni los costos ni las disponibilidades de materias primas y durante varios años después de su entrada en funcionamiento la fábrica no obtuvo beneficios.

7. Otro factor importante que deben considerar los países en desarrollo es la disponibilidad de mercados para los productos. La planta SBR de la India ha estado trabajando a sólo un 70% de su capacidad porque los fabricantes de productos de caucho se han mostrado reacios a comprar caucho sintético a un precio superior al del caucho natural sin que se obtuviera del mismo rendimientos notablemente superiores.

8. Los países en desarrollo que vayan a emprender la producción en sectores de productos altamente competitivos deben establecer un departamento competente de investigación y desarrollo tecnológicos. Después de varios años, esta empresa lleva invertidas sumas importantes en investigación y desarrollo de productos y se está diversificando la producción para incluir al caucho nitrílico y a los plásticos ABS, pero se ha perdido mucho tiempo valioso.

Producción de caucho sintético en el Reino Unido

Conclusiones

1. Dado el tiempo limitado de que disponía, el grupo pudo efectuar sólo un estudio cualitativo. Sobre la base de este estudio y de la información aportada por la industria y las autoridades locales, el grupo concluyó que la planta de caucho sintético de Hythe (Southampton) no producía efectos adversos para el medio ambiente.

2. Puesto que la planta forma parte de un gran complejo industrial, no será fácil identificar el efecto de esta planta sobre el medio ambiente, a menos que la contaminación alcance un nivel significativo. Lo mismo puede decirse de la mayoría de las plantas de caucho sintético, que suelen formar parte de un complejo petroquímico. En este caso concreto, se observó que ni esta planta ni la combinación de todas las plantas del complejo habían contaminado el ambiente de modo significativo. La única excepción era el olor bastante fuerte de los monómeros, que se extendía por toda la zona de la fábrica. Sin embargo, no era lo suficientemente fuerte para desagradar a los residentes locales, puesto que habían surgido nuevos grupos de viviendas en las inmediaciones de la planta.

3. La principal fuente de contaminación de una planta de caucho sintético es la descarga de efluentes. La planta de Hythe descarga diariamente dos corrientes de efluentes: diez millones de galones imperiales de agua de mar para enfriamiento indirecto y un millón de galones imperiales de agua dulce. El efluente de agua de mar está prácticamente incontaminado aunque se descarga a una temperatura más elevada. La principal fuente de contaminación la constituye el agua dulce que se utiliza para la elaboración. La planta está estratégicamente colocada para permitir la descarga de efluentes, una vez tratados, en el estuario de Southampton.

Las descargas de efluentes en aguas de las mareas no caen bajo el imperio de la actual legislación mientras que su volumen o contenido no pasen del nivel registrado en septiembre de 1960. Se espera nueva legislación que someta en un futuro cercano al control de la Southern Water Authority (Autoridad hidrográfica del Sur) las aguas de las mareas. Sin embargo, el sentido cívico de las personas relacionadas con esta industria y las excelentes

relaciones que mantienen con los organismos públicos permiten a estos organismos, que por su parte efectúan inspecciones periódicas en los puntos de descarga de los niveles de la BDO y de la presencia de bacterias coliformes, iniciar medidas correctoras sin tener que recurrir a la amenaza de medidas penales. De las conversaciones celebradas con los organismos competentes locales se desprende que se han dado casos en el pasado de niveles bajos de oxígeno y de niveles altos de amoníaco a unos dos kilómetros del punto de descarga, pero estas anomalías se habían rectificado con prontitud.

No se comunicaron efectos adversos sobre la vida marina.

4. La principal fuente de contaminación atmosférica es la quema de petróleo con un 3% de contenido de azufre en las calderas. La planta dispone de una red colectora de gases de desecho terminada en una chimenea para combustión de los hidrocarburos sobrantes en la eventualidad de una avería de la cápsula de seguridad. Estas averías no son frecuentes. Dada la altura de la chimenea y la orientación predominante de los vientos, las emanaciones gaseosas de este complejo tienen tendencia a caer sobre el núcleo urbano de Southampton.

5. El nivel máximo de ruido continuo permitido en la planta es de 84 decibelios a 1,3 m de la fuente sonora. Ninguna persona se ve sometida de modo continuo a este nivel de ruido en ningún punto de la fábrica.

6. Aproximadamente el 1% de la producción total se recupera como caucho macizo de desecho. De esta cantidad, se vende un 20% para productos de caucho de baja calidad y se deposita el 80% restante en zonas de tierras ganadas al mar bajo el control del Consejo del Condado de Hampshire.

Recomendaciones

1. Para evitar que las emanaciones de las chimeneas de combustión de gases sobrantes ocasionen en la zona de Southampton un nivel de contaminación excesivo, deben utilizarse dispositivos anticontaminantes como depuradores de gases sulfúricos.

2. Deben efectuarse ensayos para comprobar si los niveles de amoníaco en la zona de refrigeración por amoníaco son lo suficientemente altos para justificar la adopción de medidas de corrección.

3. La planta sólo dispone de un estanque para la fase de destilación al vapor y un estanque para el licor de coagulación y el desagüe del escurrido de grumos. Cada estanque de grumos debería disponer de una unidad doble para asegurar una separación apropiada de los grumos durante las emergencias y las operaciones de limpieza de los estanques.

4. Como no se ha previsto nada en la planta para evitar que las corrientes de agua de lluvia se introduzcan en el desagüe de efluentes, puede suceder que los estanques de grumos y la instalación de tratamiento se inunden como consecuencia de una precipitación fuerte y queden así inutilizados. Deberían crearse lagunas adicionales para separar las corrientes de agua de lluvia del agua de desecho del proceso y de las aguas cloacales de la planta.

5. Si las pruebas de laboratorio revelan que los niveles de la DBO son elevados en la cañería de efluentes (-500 mg/litro), la planta debe investigar la viabilidad de emplear carbón activado para reducirlos. La aplicación de este procedimiento pudiera resultar cara. Sin embargo, un estudio recientemente efectuado en los Estados Unidos indica que puede conseguirse la eliminación de un 70% de la DBO a un costo de \$369 por cada millón de galones de efluentes.

6. Durante la fase de coagulación, el licor de coagulación está compuesto de un ácido y de una solución de salmuera. Este tipo de licor produce grandes cantidades de sólidos disueltos que se descargan en el rebosadero del licor de coagulación. El empleo de un licor ácido de poliamina reduciría considerablemente el total de sólidos disueltos en el efluente.

7. Debe procurarse recuperar una proporción más alta de los desechos sólidos para su empleo en industrias que utilizan cauchos más baratos, por ejemplo, fábricas de juguetes, de suelas de zapatos, etc.

Fabricación de artículos de caucho

1. Independientemente de que se utilice caucho natural o caucho sintético en la producción de artículos de caucho, los problemas de contaminación serán los mismos.

2. Las principales fuentes de contaminación identificadas en esta industria son las siguientes: a) el negro de carbón en las zonas de mezclado; b) la tiza utilizada en la extrusión de tubos; c) las partículas de caucho de las operaciones de trituración; d) el agua de desecho del proceso; y e) las aguas cloacales.

Negro de carbón

La fábrica de neumáticos N° 1 tiene un sistema de cinta transportadora Redler que reduce considerablemente la contaminación en la zona de mezclado. Se elimina la manutención del negro de carbón sin mezclar en la sección, pero se siguen abriendo sacos en el almacén, lo cual constituye una operación muy sucia. La mejor solución sería efectuar la manutención a granel del negro de carbón. Una fábrica que va a abrirse en Bengala occidental está situada cerca de una planta de fabricación de negro de carbón, lo que haría posible el suministro directo del negro de carbón de una fábrica a la otra por medio de conducciones neumáticas, lo que sería probablemente el método más deseable para resolver este problema.

Las mezclas básicas de negro de carbón disuelto producidas en las zonas de producción de látex natural o sintético poseen un alto nivel de dispersión, pero no se han popularizado como se esperaba en la industria de los artículos de caucho, ni siquiera en el Reino Unido. Su empleo reduciría las necesidades de energía de la mezcladora, la duración de los ciclos de mezclado y los problemas de limpieza. Las ventajas de este proceso se perderían si se utilizara una amplia gama de calidades de negro de carbón. Habrá que hacer mucho para conseguir que las mezclas normalizadas sean atractivas para los fabricantes de neumáticos, que tendrán que modificar ligeramente la operación de mezclado.

Tiza

El único medio de combatir la contaminación ocasionada por la tiza es utilizar un equipo de extracción de polvo eficaz y una pasta húmeda siempre que sea posible. Debería exigirse a los operarios que utilizaran máscaras de antigas.

Partículas de caucho

En las operaciones de trituración las máquinas deben estar provistas de una capucha protectora y de equipo de extracción de polvo. También en estos casos es fundamental que los operarios utilicen máscaras antigas. El caucho así recogido puede ser recuperado.

Agua de desecho del proceso

El tratamiento del agua de desecho del proceso que se utiliza en la planta de neumáticos N° 1 se recomienda para las industrias de países en desarrollo que dispongan del terreno necesario. Esta planta dispone de un método de tratamiento al final de la conducción para todas las corrientes de agua de desecho del proceso. Tras su tratamiento en grandes tanques de desecho, se bombean los efluentes a lechos de tamizado a presión y de nuevo a tanques de decantación, tras lo cual son descargados en canales exteriores. No se requiere equipo especializado. El agua escasea en muchos países en desarrollo y el agua así tratada sirve para el riego.

Aguas cloacales

La fábrica de neumáticos N° 1 dispone de un método de tratamiento muy eficaz para las aguas cloacales, y podrían utilizarse en otras fábricas sistemas similares. El equipo necesario es de fabricación nacional. El tratamiento de las aguas cloacales es altamente deseable por razones de sanidad pública, por el alto valor como nutriente del residuo, que puede utilizarse en la agricultura, y por servir el agua residual para el riego.

3. La dermatitis profesional es quizá el riesgo más común en las industrias de elaboración. Debe mantenerse un control eficaz mediante la reducción del contacto cutáneo y el suministro de instalaciones apropiadas de lavado para los trabajadores.

Pueden derivarse riesgos para la salud de la toxicidad de ciertos productos químicos utilizados en las operaciones de mezclado. Algunos aditivos produjeron en el pasado efectos nocivos, incluso cáncer de vejiga, y se ha prohibido el empleo de tales productos químicos. El examen cuidadoso de cualquier material nuevo que vaya a utilizarse en la elaboración es sumamente necesario. La exposición profesional debe estar sometida a un control por especialistas del medio humano, y los trabajadores de estos sectores deben ser objeto de reconocimientos médicos periódicos.

Reciclado

Recauchutado

La industria del recauchutado, que es una pequeña industria de costos bajos, no sólo plantea escasos problemas de contaminación del ambiente, sino que también preserva el medio de los neumáticos desechados, sirve para conservar recursos y satisface las necesidades del consumidor a precios económicos. Deben establecerse normas de calidad que garanticen la seguridad de los usuarios.

Caucho regenerado

El problema de la eliminación de viejos neumáticos y demás caucho de desecho en los países en desarrollo se resuelve satisfactoriamente mediante el recauchutado de neumáticos y la regeneración del caucho.

Cuando se utilizan procesos en húmedo es preciso tratar los efluentes. Cuando se utiliza el proceso seco Reclaimator, puede combatirse la contaminación atmosférica mediante el empleo de un equipo para la extracción del polvo eficaz.

Dado el bajo costo del transporte en los países en desarrollo, esta industria puede suministrar material a la industria de artículos de caucho a precios atractivos. Cuando se mezcla caucho regenerado con caucho nuevo en las proporciones convenientes, no se ven afectados ni la calidad ni el rendimiento del producto. Esta industria no perjudica al medio ambiente; sirve para conservar recursos y constituye una fuente de empleo en el sector industrial de la producción y en el de la recolección y transporte.

La industria del caucho en su conjunto

1. La industria del caucho no puede clasificarse entre las industrias que producen una contaminación grave del medio ambiente. De hecho, la producción de caucho natural pudiera ser beneficiosa para el medio ambiente, si se tratasen debidamente los efluentes. Hasta el momento se ha prestado escasa o ninguna atención al tratamiento de los efluentes por considerarse que las comarcas rurales son capaces de absorber cierta medida de contaminación ambiental y porque se ha otorgado una prioridad más alta a la creación de nuevos empleos.

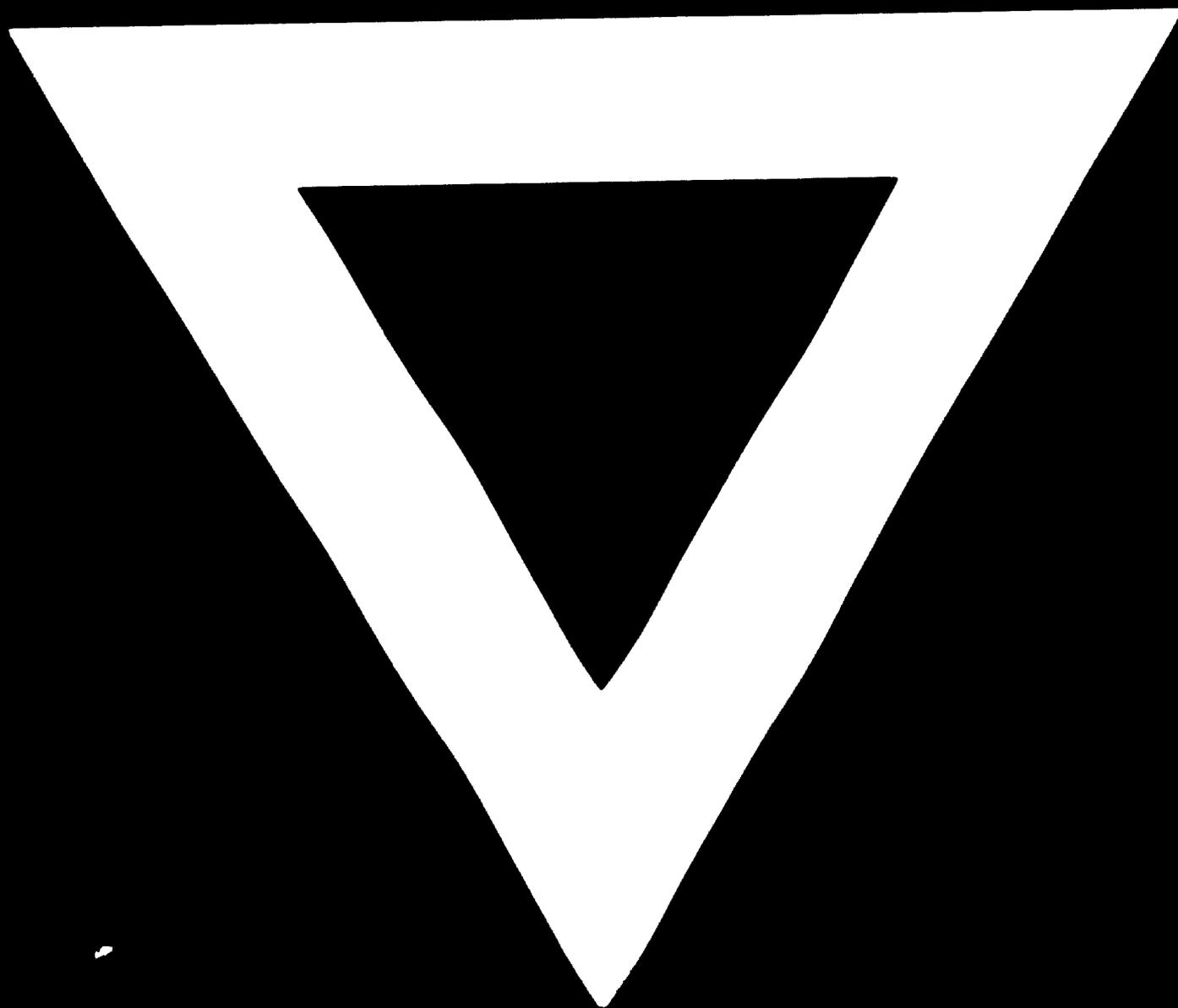
2. Puede recomendarse el establecimiento de una agroindustria de caucho sintético, localizada en una zona rural, sobre todo por ser renovables sus fuentes de materias primas, por ser controlable la contaminación que ocasiona y por aportar inmensos beneficios sociales.

3. Al seleccionar métodos de tratamiento de los efluentes, los países en desarrollo disponen de buenas condiciones para seleccionar métodos de bajo costo que no requieran una tecnología avanzada pero que requieran en cambio grandes superficies de terreno y abundante mano de obra. Un buen ejemplo son los tanques y lagunas de decantación que requieren limpiezas periódicas.

4. Los costos de la lucha contra la contaminación no han sobrepasado ni siquiera un 1% del costo total en las industrias que han adoptado medidas satisfactorias a este fin. Algunas medidas se autofinancian en parte a través de los productos recuperados, por ejemplo: el azufre recuperado de las chimeneas, el polvo de caucho acumulado en las unidades de extracción de polvo, el estiércol y el agua obtenidos de las redes de evacuación de aguas cloacales.

5. Para los países en desarrollo es fundamental establecer una legislación sobre la lucha contra la contaminación, junto con normas relativas a los niveles de contaminación tolerables y disposiciones para asegurar su cumplimiento. La legislación recientemente aprobada en la India y que fue preparada por la Oficina de Planificación y Coordinación Ambiental (OEPC) y el NEERI podría resultar de utilidad para otros países en desarrollo.

G - 370



77. 11. 01