

REVISTA ENERGETICA

4/83

Julio - Agosto/83
July - August/83



Organización Latinoamericana de Energía
Latin American Energy Organization

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA LATINOAMERICANA **olade** CONSIDERATIONS FOR RATIONAL USE OF ENERGY IN LATIN AMERICAN INDUSTRY **olade** USO DE LA CASCARA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA CEMENTERA "EL CASO DE URUGUAY" **olade** USE OF RICE HUSKS AS FUEL FOR THE CEMENT INDUSTRY: THE CASE OF URUGUAY **olade** USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA "LA EXPERIENCIA CUBANA" **olade** RATIONAL USE OF ENERGY IN THE SUGAR INDUSTRY: THE CUBAN EXPERIENCE **olade** EL PROGRAMA ENERGETICO DE JAMAICA **olade** JAMAICA'S ENERGY PROGRAMME **olade** USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE BAUXITA "EL CASO DE SURINAM" **olade** RATIONAL USE OF ENERGY IN THE BAUXITE INDUSTRY: THE CASE OF SURINAME **olade** PROYECTOS DE CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA NICARAGUENSE **olade** ENERGY CONSERVATION PROJECTS IN NICARAGUAN INDUSTRY



ola de

4/83

JULIO - AGOSTO/83
JULY - AUGUST/83

ORGANO DE DIVULGACION TECNICA
DE LA ORGANIZACION LATINOAMERICANA
DE ENERGIA (OLADE)

PERIODICAL FOR DISSEMINATION
OF THE LATIN AMERICAN ENERGY ORGANIZATION

EDITORIAL

5

EDITORIAL

49

175 CONSIDERACIONES SOBRE EL USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA LATINOAMERICANA

7

176 CONSIDERATIONS FOR RATIONAL USE OF ENERGY IN LATIN AMERICAN INDUSTRY

51

176 USO DE LA CASCARA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA CEMENTERA "EL CASO DE URUGUAY"

19

176 USE OF RICE HUSKS AS FUEL FOR THE CEMENT INDUSTRY THE CASE OF URUGUAY

63

177 USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCA- RERA "LA EXPERIENCIA CUBANA"

25

177 RATIONAL USE OF ENERGY IN THE SUGAR INDUSTRY: THE CUBAN EXPERIENCE

69

178 EL PROGRAMA ENERGETICO DE JAMAICA

35

178 JAMAICA'S ENERGY PROGRAMME

79

179 USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE BAUXITA "EL CASO DE SURINAM"

41

179 RATIONAL USE OF ENERGY IN THE BAUXITE INDUSTRY: THE CASE OF SURINAME

85

180 PROYECTOS DE CONSERVACION DE ENERGIA EN LA IN- DUSTRIA NICARAGUENSE

47

180 ENERGY CONSERVATION PROJECTS IN NICARAGUAN INDUSTRY

91

Los artículos firmados son de la exclusiva responsabilidad de sus autores y no expresan, necesariamente, la posición oficial de la Secretaría Permanente. Toda colaboración deberá ser dirigido al Departamento de Información y RR.PP., de OLADE: Casilla 6413 C.C.I., Quito, Ecuador.

The signed articles are the exclusive responsibility of their authors and they do not necessarily express the official position of the Permanent Secretariat. Any remarks should be directed to the Department of Information and Public Relations, OLADE, Casilla 6413 C.C.I., Quito, Ecuador.

EDITORIAL

Aún está por evaluarse el impacto que sobre nuestras sociedades tuvo la valorización de los precios del petróleo, simultánea a una escasez de suministros. Sin embargo, es indudable que uno de sus efectos más valiosos fue el de llamar profundamente la atención sobre el dispendioso agotamiento de los recursos naturales, de tal manera que la "conservación energética", pasó a ser un compromiso de todos los planes nacionales de desarrollo. El hombre que tenía conciencia de la preservación de los recursos morales y éticos, amplió la dimensión del concepto para incorporar al mismo los valores físicos y materiales. En los países industrializados, la conservación permitió un aprovechamiento más racional de los hidrocarburos que facilitó dimensionar su producción industrial. En efecto, la demanda de equipos de menor consumo energético, permitió además de un cambio en los procesos de producción industrial, una movilización de bienes y servicios cuyas exigencias monetarias fueron financiadas por una disminución de la factura petrolera, como resultado de un menor consumo. De esta manera, un hecho que podía haber causado efectos adversos, brindó la oportunidad de adecuar la planta física de la economía de dichos países en una más moderna y menos derrochadora.

Entre tanto, en los países del Tercer Mundo, la situación fue diferente por cuanto una de sus principales características es la alta dependencia en la importación de bienes de capital. Sin embargo, un momentáneo incremento en los precios de sus materias primas de exportación, permitió encarar el primer impacto. Subsecuentemente, el espíritu de su solidaridad sustentada en la cooperación Sur - Sur, brindó oportunidad para dar a conocer al mundo lo que significa las exigencias de un Nuevo Orden Económico Internacional.

Los países miembros de la OPEP crearon un fondo especial a través del cual, más del 3% de su producto interno bruto, estuvo destinado a programas de cooperación financiera en aquellos países de menor desarrollo relativo. En América Latina, Venezuela en 1974 y posteriormente México y Venezuela en 1980, suscribieron un acuerdo con países de Centroamérica y el Caribe, mediante el cual se les garantizaba el suministro de petróleo, en condiciones blandas, que a su vez permitían movilizar recursos financieros importantes para el desarrollo de proyectos económicos y energéticos.

Esta es la razón fundamental por la que los países miembros de OLADE en los últimos años, incrementaron tanto su producción energética, como el consumo. En este período, con la excepción de Brasil, no se llevaron a cabo programas intensivos de conservación energética, dado el hecho que la misma no tenía los mismos efectos que los antes señalados para los países industrializados. Sin embargo, a medida que se conoce más en detalle el balance energético latinoamericano, se hace evidente que para atender un crecimiento energético racional, se requiere ensayar aquellas prácticas de conservación que pueden llevarse a cabo sin comprometer los escasos recursos financieros que con prioridad exigen otras áreas y actividades. Esto exige una evaluación exhaustiva de nuestros sectores productivos, de manera de identificar aquellos que pueden movilizar una campaña regional con sus subsiguientes ventajas en cuanto a tecnologías, inversiones y mano de obra. Por ello, es necesario iniciar un diálogo constructivo entre las distintas ramas industriales a nivel nacional y regional, así como contar con el aporte de la experiencia de aquellos países que han logrado tener éxito en la instrumentación de políticas de uso racional de la energía, para tomar acciones que beneficien al mundo en su conjunto. Aquí se abre un campo amplio para la cooperación internacional y es evidente que tanto los países miembros de la Comunidad Económica Europea como Estados Unidos y Canadá, por solo citar algunos, tienen responsabilidad para permitir que los programas de ahorro energético que se implantan en América Latina, se hagan dentro del marco de nuestra propia cultura energética, utilizando al máximo nuestras propias capacidades.

ULISES RAMIREZ O.
SECRETARIO EJECUTIVO

CONSIDERACIONES SOBRE EL USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA LATINOAMERICANA

Cornelio Marchán

DIRECTOR ESTUDIOS ECONOMICOS Y PLANIFICACION
ENERGETICA OLADE

Ramón Flores

JEFE DE ESTUDIOS ECONOMICOS OLADE

1. INTRODUCCION

Desde el Convenio de Lima en noviembre de 1973, pasando por la Declaración de San José en julio de 1979 y llegando al Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) en noviembre de 1981, Los Ministros de los Estados Miembros de OLADE han insistido en la necesidad de racionalizar la producción y el consumo de energía.^{1/}

Al hablar aquí de racionalización de la producción y del consumo de energía no se hace referencia a una disminución en la producción o consumo nacional. Proponer el ahorro racional de energía en sociedades de consumo indigente equivale a proponer el mantenimiento en un estado de atraso económico y social a pueblos que ni tienen la posibilidad ni la obligación moral ante el mundo de reducir su consumo.

Por racionalización para América Latina se entiende en este trabajo al proceso político, tecnológico y organizativo mediante el cual un país va ajustando la estructura productiva de su sector energético a su dotación de recursos y a criterios elementales de eficiencia, y sus patrones de consumo a la estructura de su oferta, a su nivel de desarrollo y principios de justicia, de suerte que con la cantidad limitada que dispone vaya satisfaciendo las necesidades de su propia economía y asegurando a cada ciudadano la

cantidad y calidad mínima de energía necesaria para una productiva integración de la sociedad.

Definida de esa manera la racionalización energética cubre cuatro aspectos fundamentales. En primer lugar, la conservación para obtener mayor producción de cada unidad de energía utilizada o menor consumo por unidad de producción o bienestar. En segundo lugar, el ajuste del sistema energético a la dotación nacional o regional de recursos mediante una apropiada combinación de fuentes. Esta combinación apropiada puede o no conllevar a la sustitución directa de una fuente por otra. En tercer lugar la justa redistribución sectorial y geográfica del consumo de energía a fin de hacerlo compatible con los objetivos del desarrollo y los criterios de equidad social imperante. En cuarto lugar, el ajuste paulatino de la economía hacia un estilo de desarrollo compatible con el verdadero potencial de los países de la Región.

Para entender esta preocupación de las máximas autoridades energéticas de América Latina conviene analizar el desarrollo energético regional a partir de 1973 cuando los primeros aumentos en los precios internacionales del petróleo comienzan a modificar el panorama mundial.

Así, durante el período 1973-82, el consumo de energía de América Latina experimentó un ritmo de crecimiento muy satisfactorio a juzgar por las experiencias de otros grupos de países y del mundo. En efecto, en ese período el consumo regional aumentó al 3.4 por ciento acumulativo anual, esto es cinco

^{1/} Véase OLADE, "Convenio de Lima", OLADE, Declaración de San José, pág. 4 y 6; OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética, pág. 6 y 19.

veces superior al de Estados Unidos y Canadá, cuatro veces la tasa de Europa Occidental y tres veces y medio la tasa de expansión del consumo energético mundial. Aún cuando ese crecimiento comenzó a desacelerarse a partir de 1979, fue del orden del 2.0 por ciento en el período 1979-82, mayor al mundial, cuatro veces superior a la de los países de economía planificada y marcadamente contrastante con el evolución negativa registrada en los países industrializados.

Sin embargo, a pesar del dinamismo alcanzado y del progreso logrado en períodos en que la crisis económica internacional ha afectado duramente a la Región, el consumo total de energía por habitante fue de sólo 1050 Kep en 1981, menos de una quinta parte de países de la OECD. Más aún, si se excluyera la biomasa en sus formas tradicionales (leña, bagazo, etc.), el consumo per cápita de energía comercial en 1981, sería apenas 830 Kep, menos de la sexta parte del promedio de los países industrializados de economía de mercado.

Así las cosas, mantener un rápido crecimiento en el consumo de energía constituye un imperativo para el desarrollo y el progreso social de América Latina. No se trata de un imperativo simple. Para mantener un crecimiento rápido del consumo se requieren acciones masivas para incrementar la oferta, ya sea mediante la producción interna o la importación.

Entre 1973 y 1981 la producción de energía primaria comercial de América Latina creció al 3.9 por ciento, un ritmo muy aceptable si se compara con las tasas de expansión mundial y la de grupos de países industrializados. Más aún debido al incremento de la producción petrolera mexicana en el período 1979-1982, cuando la producción mundial y la de la mayoría de las regiones y grupos de países se redujo, América Latina logró un crecimiento de 7.2 por ciento, el más alto del mundo.

Sin embargo, para mantener ese ritmo de expansión de una producción intensiva en capital y con divisas muy escasas, América Latina ha tenido que hacer grandes esfuerzos. En la mayoría de los

países de la Región, importadores netos de energía, las divisas para importar combustible compiten con las necesarias para expandir rápidamente su producción energética interna.^{2/} Para esos países mantener una rápida expansión de los sistemas energéticos nacionales en un período de creciente inflación internacional y de caída de los precios internacionales de sus materias primas ha requerido flujos tremendos de capitales externos.

Supóngase ahora, como un simple ejercicio, que la demanda de energía pudiera crecer no ya el 3.4 por ciento histórico en los últimos 10 años sino al 7.3 por ciento acumulativo anual, esto es, un crecimiento de consumo per habitante del 3.5 por ciento per cápita. Con ese ritmo de crecimiento extraordinario, pero irreal, América Latina necesitaría esperar hasta el año 2000 para alcanzar el nivel de consumo per cápita que en 1980 tenía España, uno de los países de más bajo consumo per cápita de Europa.

La incapacidad objetiva actual de América Latina para superar en un período corto, sus bajos niveles de consumo, aún manteniendo elevadas tasas de crecimiento en el mismo, y el costo y las limitaciones para expandir la producción a ritmos mucho más altos que el histórico, exigen que cada unidad de energía disponible sea utilizada y cada unidad sea producida de la manera más racional, de suerte que una oferta limitada de energía pueda sustentar los esfuerzos de desarrollo y justicia social, y la inefficiencia productiva no se convierta en un obstáculo al desarrollo del sector y a través de éste de toda la economía.

El reto energético de la región se hace entonces evidente. Por un lado, se requiere mantener una elevada tasa de producción y consumo. Por el otro, se debe producir y consumir cada unidad de energía de la manera más racional posible. Este doble reto aparece claramente señalado por la XII Reunión de

2/ Entre los países importadores de petróleo de América Latina en 1973, la factura energética representó el 10 por ciento de sus ingresos por exportaciones, en 1983 esa suma alcanzó al 34%. para algunos de ellos el costo de la energía importada consume más de la mitad del valor de sus exportaciones.

Ministros celebrada en Santo Domingo, cuando en el documento básico del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética se señala que "los objetivos fundamentales del PLACE consisten en vincular la producción y uso de energía a las metas de un proceso de desarrollo autónomo y sostenido; ampliar y diversificar la oferta energética y la capacidad científica y tecnológica y, racionalizar la producción y consumo de energía. 3/

2. PRODUCCION Y CONSUMO GLOBAL DE ENERGIA

Antes de pasar a analizar el consumo de energía en la industria latinoamericana y los esfuerzos hechos en la Región para racionalizar la producción y el consumo de la misma, resulta útil estudiar someramente la estructura energética dentro de la cual se encuentra el consumo industrial.

Tanto la producción como el consumo energético de América Latina descansan sobre el petróleo. La estructura económica regional se ha orientado fundamentalmente hacia la adopción interna de los patrones de producción de los países desarrollados. De forma tal que el desarrollo industrial se ha sustentado en un consumo masivo e indiscriminado de petróleo, este consumo basado en precios bajos del mismo, han estimulado un desarrollo energético inadecuado a la dotación de recursos naturales, humanos y financieros de la Región.

Sin embargo, aunque en 1980 la participación del petróleo en la producción energética regional alcanzaba el 55 por ciento contra 16 por ciento del gas, 14 por ciento de la biomasa, 12 por ciento de la hidroenergía y menos del 2 por ciento del carbón, esa participación fue muy inferior al 64 por ciento de 1970 debido, no a una caída en la producción petrolera, sino al resultado de los esfuerzos nacionales para aumentar la producción de fuentes alternativas. 5/

3/ Véase OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética, PLACE, Santo Domingo, 1981 - pág. 6.

5/ Así durante 1972-82 la tasa de crecimiento del petróleo 2.8% acumulativo anual, fue una tasa muy satisfactoria a juzgar por los índices internacionales, pero muy inferior al 6.4% del carbón, 6.6% del gas y 9.5% de la hidroenergía.

Del lado del consumo, por el contrario, la participación del petróleo se mantuvo entre el 45 y el 48 por ciento durante la década pasada, aunque hay signos de que esa participación ha comenzado a reducirse a partir de 1980 como consecuencia de la recesión mundial y del impacto de fuentes alternas sobre la estructura del consumo de energía primaria. En efecto, tanto la hidroenergía (con un 15%) como el gas (con un 15%) y el carbón mineral (con un 3.5%) comienzan a ganar la participación en el consumo global de energía. 6/

Para evaluar la reacción del consumo regional de petróleo a los aumentos de los precios conviene tomar en cuenta algunos elementos:

En primer lugar, los países latinoamericanos por su bajo nivel económico y tecnológico no pueden comprimir su consumo de energía, sino a costa de un menor crecimiento económico. Debido a que sus opciones tecnológicas son más escasas y su consumo per cápita muy reducido no tienen mayor espacio para adoptar medidas de ahorro y conservación de energía. En otras palabras, su demanda de energía es inelástica frente a variaciones en los precios.

Paralelamente hasta mediados de la década de los 70, los aumentos en los precios del petróleo coincidieron con aumentos importantes en los precios de otras materias primas básicas de las economías de muchos países de la Región. Esto permitió cierta recuperación de los términos de intercambio de esos países, aliviando las presiones sobre la balanza de pagos y sobre la economía fiscal, lo cual a su vez facilitó a los gobiernos el manejo de la coyuntura.

En segundo lugar, la transformación del aparato productivo y de la estructura de consumo energético toma tiempo. Para economías altamente dependientes del petróleo las alternativas eran mantener las importaciones o reducir el consumo.

En tercer lugar, América Latina no es sólo un exportador neto de petróleo sino que tres de sus cu-

6/ Véase OLADE, Balance Energético de América Latina, 1980.

tro más grandes economías (Argentina, México y Venezuela) son autosuficientes o exportadoras de petróleo. Tres economías más, Perú, Ecuador y Trinidad y Tobago, también lo son. Para esos países la sustitución o reducción del consumo de petróleo con fines energéticos y su uso en fines más nobles es, al igual que los demás países de la región, un objetivo nacional. Alcanzar este objetivo, sin embargo, no tiene la urgencia de los países que deben importar ese energético.

Además, el aumento de los precios del petróleo condujo al incremento de su exploración y explotación. Para los países exportadores la prosperidad económica generada por los precios del petróleo produjo un aumento inmediato en el consumo de energía. Poseyendo petróleo, era obvio que ese aumento súbito de la demanda se satisfaciera con hidrocarburos y no con fuentes alternas. Se requeriría algún tiempo antes de que estas economías pudieran reaccionar y utilizar parte de los ingresos petroleros para cambiar su estructura energética interna.

Respecto a la distribución sectorial del consumo de energía en América Latina, ésta muestra cambios muy significativos, los cuales reflejan la evolución misma de la economía regional. Durante la década del setenta el sector industrial alcanzó la primera posición como consumidor sectorial de energía, con un 34 por ciento.^{7/} El sector residencial, comercial y público, por el contrario perdió participación, pasando del primer al tercer lugar.

Mientras el crecimiento de la participación del sector industrial significa una tendencia muy positiva en una región en desarrollo, lo mismo no podría decirse del crecimiento del consumo en el transporte. Este último refleja muy bien las grandes contradicciones del desarrollo económico de América Latina y por consiguiente el rápido crecimiento de su consumo puede representar por igual una dinamización de la producción o del derroche. De cualquier manera,

ese crecimiento rápido del consumo en el sector transporte explica la importante participación que mantiene el petróleo en la estructura regional de consumo. El sector depende casi en su totalidad de los derivados del petróleo y absorbe cerca de dos terceras partes de todo el petróleo consumido en América Latina.^{8/}

Importa señalar que la divergencia entre la tendencia de la participación de las diversas fuentes en la estructura productiva y en la estructura de consumo es de carácter temporal y refleja el tipo de asimetrías que habrán de generarse en la transición energética. Pero no hay duda, la producción y el consumo de energía en América Latina se está orientando hacia una combinación de fuentes más acordes con el potencial energético de la Región.

3. LA ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL

Durante la década pasada el consumo del sector industrial creció al 6.7 por ciento acumulativo anual al pasar de 46.000 TEP en 1970 a 88.400 TEP en 1980, aumentando por tanto su participación en el consumo de energía final.

Contrario a lo que ocurre en los países industrializados, los datos existentes señalan que la intensidad energética del sector industrial latinoamericano está aumentando ligeramente. Esta tendencia es lógica, pues a diferencia de las economías maduras, las de América Latina, particularmente en los países mayores, entran en la etapa de desarrollo de los grandes proyectos siderúrgicos del cemento y petroquímicos, etc., los cuales tienen un intenso consumo energético. Es plausible suponer que a pesar de la crisis, el énfasis en el desarrollo de la industria continúa durante el resto del siglo con sus implicaciones en la intensidad energética del sector.

3.1 Optimización Energética en el Sector Industrial

Por optimización se entiende aquí al conjunto de medidas orientadas a mejorar la eficiencia en el uso,

7/ Este criterio válido regionalmente, deja de serlo sin la participación de Argentina, Brasil y México, convirtiéndose el sector residencial, comercial y público en el principal consumidor.

8/ Véase, OLADE, Situación Energética de América Latina, 1982
pág. 45



cualquiera que sea su fuente. Como ya se explicó, la conservación no significa una simple reducción del consumo que conlleve a una disminución en los niveles de producción o bienestar sino un uso más adecuado para mantener los mismos niveles de producción o bienestar y aún mejorarlo con menor energía.

La falta de datos impide analizar la evolución de las distintas ramas del sector a fin de determinar los avances o retrocesos observados en América Latina. sin embargo, puede señalarse que el esfuerzo sistemático para ajustar la estructura energética a la dotación nacional de recursos, ha significado en la práctica un conjunto de acciones para sustituir el petróleo o para reducir su participación en la demanda futura de energía. Las acciones conducentes a mejorar la eficiencia en la producción y el uso de la energía parecen tener todavía un carácter puntual y de poco impacto en su reciente aplicación.

Parece ser que aunque en menor grado que en otros sectores, la reacción del consumo de energía del sector industrial al reajuste en los precios del petróleo ha sido lenta. Con pocas excepciones, hasta el segundo aumento, los esfuerzos nacionales realizados para usar más eficientemente la energía fueron insignificantes. De hecho en 1979 cuando se acelera el incremento de los precios del petróleo, muchos países descubrieron que carecían aún de la organización estatal apropiada para manejar un sector cuya incidencia en la economía era ya determinante. Fue entonces cuando el problema de la administración de la energía comenzó a ser lo suficientemente importante como para requerir la atención gubernamental y asimismo, fue después de una adecuada conceptualización del sector energético cuando el concepto de optimización energética adquirió cierta relevancia.

Una de las consecuencias de esa falta de interés en los programas de conservación es la carencia de estadísticas sobre el consumo energético por ramas industriales que alimenten un sistema nacional de información sobre el uso de energía. Los datos nacionales disponibles se limitan a estudios aislados sobre determinadas ramas. En esos estudios aislados se observan potenciales importantes para un trabajo serio en conservación.

La única excepción de trabajo sistemático que se tiene en América Latina podría ser el Brasil, en donde el Estado ha venido trabajando desde 1978. En un estudio sobre consumo y comportamiento energético del sector industrial en el cual se incluyeron más de 2.200 empresas el Consejo Nacional de Petróleo de Brasil encontró que en 1979 el potencial de economía energética de las empresas estudiadas era de 26 por ciento, sin necesidad de cambios importantes en los procesos, es decir, en base a una administración más cuidadosa de la energía y ciertos ajustes técnicos.

Después de un año de trabajo en conservación el potencial había caído en un 6.2 por ciento, mientras la eficiencia energética había mejorado en un 7.2 por ciento, probando con ello que una vez que se inicia el proceso de racionalización tienden a aparecer nuevas posibilidades de conservación hasta alcanzar un límite máximo.

Uno de los resultados de las encuestas brasileñas fue que el consumo energético se concentra en unas pocas ramas industriales y dentro de éstas en un número muy pequeño de empresas. Unas doscientas empresas consumen el 65 por ciento de la energía del sector industrial, y las 1.000 empresas de mayor consumo absorben el 90 por ciento de la energía que va a la industria.

El resultado de los estudios y de las medidas de conservación de Brasil, aún con las particularidades propias de esta nación, parecen confirmar la existencia de un potencial de conservación en la industria regional y la posibilidad real de aprovecharlo. Confirman, asimismo, que el inicio de un programa de conservación puede ser factible cuando un número relativamente pequeño de empresas concentran un alto porcentaje del consumo. De la experiencia de Brasil también se podría concluir que en las economías de la Región unas pocas decenas de empresas tienen la misma significación porcentual en el consumo de energía. La concentración de esfuerzos en esas pocas empresas pueden permitir, con recursos limitados, iniciar una primera fase de un programa nacional de conservación energética en el sector industrial.

Uno de los elementos más relevantes del proceso brasileño ha sido la firme participación del Estado en la creación de mecanismos que desarrollarán el interés y la voluntad de miles de actores por la racionalización. Sin esa participación estatal, la estructura interna de la economía brasileña hubiera desalentado el proceso.

3.2 Composición Energética del Sector Industrial

La composición del consumo del sector industrial sufrió modificaciones importantes en la década pasada. La electricidad y el carbón ganaron participación a costa del petróleo y la biomasa.

AMERICA LATINA: DISTRIBUCION PORCENTUAL DEL CONSUMO DEL SECTOR INDUSTRIAL POR FUENTES

	1970	1980
Carbón y Coque	8.4	9.1
Biomasa	10.4	9.5
Gas	20.6	22.8
Petróleo	46.3	41.2
Electricidad	10.2	14.0
Otros	4.1	3.5

Fuente: OLADE.

Esas modificaciones, sin embargo, constituyen el inicio de un proceso de reestructuración del perfil energético de la industria latinoamericana, donde a pesar de las dificultades, ya algunos países están haciendo esfuerzos importantes para utilizar en la industria otras fuentes energéticas.

La biomasa, que constituyó la primera fuente de energía de la industria regional está siendo recuperada para convertirla en una forma de energía de uso amplio. En varios países se están tomando acciones para mejorar la producción del carbón vegetal y usarlo en la industria minero-metalúrgica y en la producción de cemento, en algunos casos directamente, en otros mezclado con carbón mineral o "fuel oil".

En la industria azucarera, donde se llegó a sustituir el bagazo por petróleo, no sólo se vuelve a usar aquel para autogeneración de vapor y electricidad, sino que en muchos países azucareros de la Región

se han ejecutado o se tienen ya proyectos para usar el bagazo de manera más eficiente, de suerte que sus sobrantes sean utilizados para generación eléctrica en otras industrias. En Brasil, el consumo energético de alcohol etílico pasó de 0.5 millones de metros cúbicos en 1976 a más de 4.0 millones en 1982, reemplazando el equivalente a unos 53 mil barriles diarios de petróleo en el transporte.

Otros elementos biomásicos ignorados, como los residuos de los molinos de arroz y de aserraderos, están siendo aprovechados para satisfacer las necesidades energéticas propias de la industria que los genera. Asimismo, la paja de arroz y otros desperdicios están encontrando uso en la industria del cemento.

En cuanto al carbón, el desarrollo de la industria minero-metalúrgica y la conversión a carbón de las plantas de cemento va mejorando su participación en el consumo del sector industrial. El proceso es lento y se concentra en los países más grandes de la Región.

Asimismo, el uso del gas natural va incrementando su participación. La facilidad de su manejo y la disponibilidad del mismo en los países petroleros de la Región, permitirán su uso más intenso en el futuro.

Finalmente, la electricidad, una forma muy noble de energía, con una cantidad impresionante de usos posibles está siendo aprovechada por la industria para sustituir con ella fuentes de energía más escasas o de más difícil manejo. Al uso tradicional para generar fuerza electromotriz, su suma ahora la electrotermia en calderas, hornos, secadores y otros elementos industriales. Pese a que durante las últimas dos décadas la producción creció al 8.8 por ciento acumulativo anual, el consumo per cápita de electricidad en América Latina apenas supera los 2.000 KWH, lo cual demuestra que existe una inmensa capacidad de uso potencial en la Región.

El interés en la electricidad no se debe solamente a su diversidad de usos sino también a la diversi-



dad de fuentes primarias de origen nacional desde las cuales se puede generar. Esa diversidad se nota en los cambios observados en la composición de las fuentes usadas en la producción eléctrica en el período 1970-80. La hidroenergía ha ganado participación a la generación térmica y ya para 1980 el 58 por ciento de la electricidad era de origen hídrico. Se estima que para 1982 esa participación supere el 60 por ciento. Las otras fuentes: biomasa, geotérmica y nuclear tienen una participación muy pequeña en la producción eléctrica regional.

AMERICA LATINA: PRODUCCION ENERGIA ELECTRICA (Millones KW.h.)

	1970	1980	Tasa Crecimiento 1970 - 80
Térmico	78630	0.49	154260
Hídrico	81450	0.51	214348
Otros	46	0	3630
TOTAL	160126	100	372238
			8.8%

Fuente: U.N. Yearbook of World Energy Statistics 1979 y 1980.

Esas cifras, sin embargo, no refleja los cambios en la composición de fuentes que están ocurriendo en la Región, ya que el largo período de gestación y de ejecución han impedido que grandes proyectos iniciados en la década pasada puedan tener incidencia en el balance.^{9/}

Pese a las dificultades para obtener el financiamiento para proyectos hidroeléctricos, no cabe duda de que esta fuente jugará un papel muy importante en la estructura energética latinoamericana de principio del Siglo XXI. Los bajos índices de consumo per cápita de energía eléctrica, la escasa cobertura del servicio dentro de la Región, las posibilidades de intensificar el uso de la electricidad en la industria y el transporte, la experiencia regional en la planeación y ejecución de proyectos hidroeléctricos y la capacidad latinoamericana para producir bienes de

9/ Véase, OLADE, Informe Situación Energética de América Latina, 1982, pág. 21.

capital para este tipo de obra han convertido a la hidroenergía en uno de los pilares estratégicos del desarrollo energético regional.^{10/}

Además de los esfuerzos realizados para sustituir petróleo con hidroenergía, merece señalarse las acciones de Brasil y Colombia para usar carbón en la generación eléctrica. En algunos países del Caribe existen proyectos para convertir plantas térmicas de petróleo a carbón y expandir el sistema eléctrico en base a éste último recurso. Los proyectos carboníferos colombianos están aumentando la factibilidad de esos programas nacionales.

En el Salvador y México se han desarrollado proyectos geotérmicos importantes. En otros países, como Nicaragua, se avanza en la formulación de proyectos eléctricos en base a geotermia.^{11/}

3.3 Racionalización de la Distribución del Consumo

Siendo la energía un elemento imprescindible para el desarrollo económico y social de un país y dados los escasos niveles de consumo y las dificultades para superar esos niveles en períodos cortos, la distribución de la energía constituye un elemento crucial del problema de racionalización.

Sobre este aspecto han señalado los Ministros de Energía de América Latina: "Los aumentos de la oferta deben destinarse a requerimientos reales del desarrollo, no a cubrir consumos innecesarios ya sea dentro de la Región o fuera de ella.^{12/}

Hay dos aspectos en la racionalización de la distribución que deben ser considerados. En primer lugar, la distribución de la energía disponible entre los diferentes sectores y subsectores de consumo deben seguir un orden de prioridad definido por los reque-

10/ Véase, OLADE, El Potencial Hidroeléctrico: Alternativa Energética, Desafío Industrial y Financiero para América Latina, 1981.

11/ Véase OLADE, Boletín Energético N° 20 y 22

12/ Véase OLADE, Declaración de San José, San José-Costa Rica, 1979.

rimientos y el nivel de desarrollo económico de un país. Tanto la producción como la importación de energía requieren cantidades considerables de recursos escasos. En los países del Tercer Mundo esos recursos convertidos en energía tienen que ser distribuidos entre diferentes sectores de suerte que aceleren el desarrollo nacional y provean a cada uno de los grupos sociales la energía necesaria para satisfacer sus necesidades básicas. De otra parte, es importante impulsar sistemas de planificación y política energética que permitan alcanzar los objetivos señalados.

En segundo lugar, el proceso de racionalización energética consiste en una distribución del suministro energético concordante con la estrategia de desarrollo regional de cada nación. Aún cuando los datos son escasos, parecen señalar que la distribución del suministro energético es un factor que viene incentivando el proceso de concentración económico-poblacional que caracteriza a América Latina.

Como ya fue visto, la evaluación del consumo sectorial de energía muestra signos alentadores en cuanto mejora la participación de los sectores productivos en el consumo global; aún cuando ese mejoramiento no ha sido el resultado de un proceso deliberado de racionalización de la distribución.

Asimismo, aún cuando la distribución del consumo no ha sido explícitamente tratado en la Región, muchas de las medidas tomadas en los países apuntan hacia allá. El sistema tarifario y los diferenciales de precios de los hidrocarburos reflejan una intención de favorecer determinados sectores y subsectores de consumo y/o penalizar a otros. La sistematización de ese proceso de discriminación tendrá que ser parte de las políticas de racionalización de la energía en muchos países de América Latina.

3.4 Cambios en los Estilos de Desarrollo

Para América Latina, uno de los grandes logros de los aumentos de los precios del petróleo fue el cuestionamiento radical a un estilo de desarrollo importado y dependiente en donde las estructuras pro-

ductivas y el consumo no se correspondían con su dotación de recursos y sus niveles de ingresos.

Ahora debe buscarse la readaptación de la economía y los estilos de vida a las posibilidades internas de la Región y sus países, esto es, el reencuentro de la Región con su propia realidad, mediante el proceso global de racionalización de toda su economía. Un proceso que tendrá que ser lento y complejo y en el cual la racionalización de la producción y el consumo de la energía será un elemento fundamental.

4. RACIONALIZACION Y ESTRUCTURA ECONOMICA

Desde 1973, con la decisión unificada de los países exportadores de petróleo de valorizar una materia prima no renovable que hasta ese entonces había sido la base de sustento de un estilo de desarrollo energético dispendioso, se inicia una época donde habría que encontrarse soluciones para la transición hacia otras fuentes nuevas y renovables.

Las repercusiones que han tenido los incrementos en los precios del petróleo ocurridos en la década pasada han hecho que los países tomen conciencia de la importancia que tiene la conservación y sustitución de un recurso que tienda a agotarse; de ahí que sea imprescindible buscar esquemas de planificación energética que tiendan a eliminar la incertidumbre que provoca la fijación de precios dentro de una estructura "libre" de mercado. A su vez, el aumento de los precios del petróleo ha servido como argumento de los países industrializados para culpar a los exportadores de la actual crisis económica, siendo que la mal llamada "crisis energética" es tan solo una de sus manifestaciones y del estilo de desarrollo seguido que ha provocado importantes deformaciones en la estructura productiva latinoamericana.

De otra parte, siendo los países industrializados los mayores importadores de hidrocarburos, los efectos de las "crisis energética" son menores que en los países subdesarrollados dado que cuentan con balances energéticos más diversificados; además, su mayor capacidad económica y tecnológica les per-

mite enfrentar con más facilidad coyunturas de escasez de petróleo e incrementos en sus precios.

Para los países en desarrollo en cambio, la situación es mucho más complicada, puesto que "los hidrocarburos representan cerca del 65 por ciento del consumo total de energía comercial. En América Latina ese porcentaje es del orden del 70 por ciento, que como región muestra el más alto grado de dependencia respecto al petróleo".^{13/}

Estos datos son indicativos de la necesidad impostergable de que la interrelación entre las actividades económicas y la energía es básica si se quiere desarrollar una política eficaz de racionalización de la producción y el consumo de energía.

La interrelación entre las actividades económicas y la energía es necesaria para desarrollar una política eficaz para racionalizar la producción y el consumo de energía pues, la posibilidad de racionalización energética para un sector hay que buscarla dentro de un proceso de racionalización de la vida en sociedad.

Cuando teniendo esta ideas en mente uno analiza las respuestas dadas por los países de la OECD a los aumentos en los precios del petróleo descubre que esas respuestas no tienen elementos novedosos. Se trata de reacciones típicas, de economías que han logrado acumular cantidades inmensas de capital y conocimiento técnico, que poseen estructuras productivas muy diversificadas, que tienen la capacidad para reaccionar a cambios en los costos y los precios. Esa reacción, en sus vertientes políticas, económicas y tecnológicas se produciría frente a cualquier situación similar con otra materia prima básica.

4.1 La Racionalización Energética en América Latina

La situación regional es muy distinta y esas diferencias deben ser comprendidas para formular políticas que basadas en la realidad latinoamericana

permitan superar las frustraciones generadas por las soluciones imitativas. Más todavía, esas diferencias tienen que ser comprendidas para valorar adecuadamente los avances alcanzados por la Región en su proceso de racionalización energética. La reacción de una economía a los cambios en los precios de un insumo básico, depende fundamentalmente de la estructura productiva y su sensibilidad a los cambios en los costos. La necesaria protección de la empresa nacional frente a la competencia de monopolios transnacionales, los controles de precios establecidos para hacer menos graves ciertas desigualdades y la propia industria estatal no han evolucionado adecuadamente para sustentar sus propios objetivos dentro de niveles aceptables de eficiencia. El poco énfasis del Estado en lograr un funcionamiento más eficaz de los mercados no sólo ha perjudicado la necesaria evaluación de esos instrumentos básicos para el desarrollo de las economías de América Latina, sino que ha permitido que los aumentos en los costos sean pasados automáticamente al consumidor, sin que el productor se sienta obligado a generar respuestas innovadoras que permitan un ajuste razonable a la nueva situación.

En esas circunstancias, las políticas de precios siendo un elemento esencial de la política energética, no sólo resultan muy limitadas sino que deben ser diseñadas con el mayor cuidado para evitar que se conviertan en nuevos elementos de distorsión en economías subdesarrolladas y dependientes.

De otra parte, la Región tiene también serias limitaciones financieras. A partir de finales del Siglo XV, América Latina se convirtió en uno de los principales productores de riquezas del mundo. Desafortunadamente, sus grandes riquezas siempre han sido enajenadas, creándose la paradoja de una región que mientras más ahorra menos acumula pues el sacrificio de sus pueblos se convierte en remesas para el exterior.

Aún cuando hay posibilidades significativas de racionalización sin grandes inversiones, es incuestionable que para esta Región el financiamiento constituye un obstáculo real para la ejecución de importantes proyectos de conservación.

13/ PLACE, pág. 36.



En cuanto a la sustitución, no debe perderse de vista que el proceso puede ser intensivo en capital. La inversión para sustituir un galón de petróleo por año mediante hidroelectricidad requiere entre 250 y 350 dólares, en la sola generación, esto es, sin incluir las inversiones necesarias para que la industria pueda usar esa electricidad en lugar de petróleo o sus derivados. Sustituir petróleo por carbón, gas o biomasa puede requerir inversiones de distintas magnitudes, pero en todo caso importantes, de forma tal que los proyectos de inversión en este campo tendrán que compartirse con el escaso financiamiento disponible para otros proyectos.

El problema de financiamiento se hace mucho más agudo por los niveles de endeudamiento de los países de la Región. El pago de la deuda y la limitación de los flujos de capitales crearán nuevas limitaciones al proceso de racionalización.

Asimismo, América Latina posee un conjunto de economías de diversos tamaños, grados de desarrollo y diversificación con bajos niveles de integración entre ellas. Para nuestras economías la conservación y sustitución pueden convertirse en elementos dinamizadores de la inversión y la producción interna. Los proyectos de desarrollo hidroenergético, carbonífero y biomásico del Brasil, para citar un ejemplo, han podido ser desarrollados con una participación muy alta de la industria y la tecnología brasileña, convirtiéndose en motores importantes no ya del desarrollo energético exclusivamente, sino de todo el desarrollo nacional.

También cabe subrayar que si bien América Latina posee grandes y variados recursos energéticos, su distribución es muy desigual y ello obliga a diseñar esquemas de sustitución diferentes para orientarlos a las estructuras energéticas nacionales.

Algunos países no tienen suficientes recursos o el recurso disponible no puede ser rápidamente desarrollado, viéndose obligados a continuar la importación de energía. Como fuera dicho, esa importación compite por el financiamiento necesario para el desarrollo energético interno, haciendo muy difícil

la búsqueda de una combinación óptima de recursos nacionales y foráneos que ayuden a la consecución de los objetivos nacionales. En ese sentido el Programa de Cooperación Mexicano-Venezolano, para el financiamiento energético de Centro América y El Caribe, y el Acuerdo de Suministro financiado entre Trinidad y Tobago y algunos países del Caribe Oriental ofrecen ejemplos de cooperación que debían igualarse con otras partes del mundo.

Finalmente, aún cuando existe un amplio conjunto de tecnologías y se desarrollan otras para conservar energía o sustituir fuentes, muchas de ellas no están disponibles para todos los países de la Región o requieren dotaciones de recursos muy distintas a las de esos países.

Así, la mayor parte de las tecnologías energéticas desarrolladas en Europa y Japón, para conservar o sustituir energía tienden a reemplazar energía por capital mediante procesos cada vez más refinados y costosos. Para una región con dificultades financieras una tecnología intensiva en capital puede provocar mayores problemas que los que resuelve.

4.2 Reflexiones Finales

Los problemas de estructuras de mercados, de disponibilidad de financiamiento, de distribución de recursos energéticos y de tecnologías, conducen a algunas reflexiones finales sobre el proceso de racionalización energética en la industria de América Latina. Resulta obvio que el desarrollo de una combinación racional de fuentes no será un proceso simple. Por el lado de la sustitución, los esfuerzos exigidos para desarrollar fuentes alternas de energía han requerido cantidades enormes de recursos para desplazar petróleo.

Por el lado de la conservación, no importa su potencial en el sector industrial y los demás sectores de consumo, el proceso tiene un límite tecnológico y un límite económico a partir del cual la disminución del consumo conlleva una merma o un encarecimiento de la producción o del bienestar. La expansión de la producción industrial requiere energía y si bien un programa de conservación puede redu-

cir la tasa de crecimiento del consumo industrial y aún el consumo industrial mismo, se trata de un fenómeno temporal que irá desapareciendo en la medida en que el programa madure exitosamente.

Se puede reducir la densidad energética del sector industrial, más no el hecho de que la producción industrial requiere energía y que un sector industrial en crecimiento hace incrementar su demanda de energía.

Así las cosas, se puede concluir que la presencia decisiva del petróleo en la oferta y la demanda de energía en América Latina continuará por muchos años. Los países que no poseen petróleo tienen que actuar en consecuencia con esta realidad.

Por otra parte, los proyectos de conservación y sustitución tienen que ser vistos con la misma objetividad que los proyectos de desarrollo energético, prestando debida atención al lugar donde esos proyectos crean progreso y a los ligamentos de dependencia que destruyen o generan. Como ya fue señalado, no todos los países pueden aprovechar de igual manera las inversiones en cambiar un proceso o desarrollo de fuentes sustitutas. Si los proyectos no se eligen en base a sus repercusiones nacionales, los mismos pueden tener menores efectos en los países que los ejecutan que en aquellos que aportan el equipo y la tecnología. Tanto la conservación como la sustitución pueden ser instrumentos efectivos para aminorar la dependencia, pero igualmente pueden serlos para aumentarla. Un proyecto puede reducir el consumo de energía importada o sustituirla por fuentes nacionales cuyo desarrollo puede tener grandes repercusiones internas. Otro puede reducir o sustituir una energía que no se tiene, por un capital y una tecnología que tampoco se tiene, cambiando la dependencia del país que posee la energía al país que posee el capital y la tecnología.

Finalmente, si bien en cualquier tipo de economía la racionalización energética, requiere una participación activa del Estado, tanto para superar limitaciones del mercado como para dar una orientación adecuada a un sector estratégico, en sociedades co-

mo las de América Latina con economías plagadas de regideces y deformaciones el aspecto institucional deja de ser un complemento para convertirse en el elemento modular del proceso.

Sin una clara y firme decisión del Estado, manifiesta en acciones concretas que guíen a la empresa industrial, no existe ninguna posibilidad de desarrollar un programa de racionalización exitoso. En el caso del sector eléctrico ese apoyo público, a la sustitución de petróleo por otras fuentes ha sido claro y los resultados evidentes. Si embargo, en las otras ramas del sector, muy pocos países tienen programas concretos capaces de producir impacto. Las medidas aisladas, no hacen más que demostrar el poco interés público por este aspecto de la problemática energética.

Tampoco debe perderse de vista que aún cuando la Región posee suficientes recursos naturales y humanos y tiene el conocimiento tecnológico básico para envolverse en un proceso importante de racionalización, parece muy difícil que en las presentes circunstancias internacionales la racionalización energética pueda avanzar rápidamente a menos que el espíritu de cooperación latinoamericana se consolide a través de proyectos específicos. Juntos, los países de América Latina podrán superar muchas de las limitaciones que ahora sufre el proceso, separados, cada uno de los países encontrará escollos difíciles de vencer.

Las reflexiones anteriores no pretenden crear desaliento, sino colocar el proceso en su justo lugar. En todos los países de la Región existe un potencial de racionalización que debe ser aprovechado como parte de su estrategia de desarrollo energético. Sin embargo, no debe perderse de vista que si bien es parte importante de la solución a los problemas energéticos regionales, la racionalización no es una panacea para esos problemas y que sus características deben emanar de las realidades concretas de la Región para convertirse en un instrumento para dinamizar sus economías y ayudar a superar estados de dependencia.

Esto no quiere decir que en sus esfuerzos para racionalizar su producción y consumo de energía América Latina deba actuar a espaldas del mundo. Como dice el PLACE "Los países de América Latina tienen que encarar la situación económica y energética internacional con soluciones propias e independientes. Dichos esfuerzos deben ser completados a través de la cooperación internacional a pesar de las dificultades derivadas de la prolongada crisis que experimentan los países industrializados. No cabe duda que un intensa cooperación internacional será mutuamente beneficiosa para los países desarrollados como para aquellos en desarrollo". 14/

14/ OLADE, Programa Latinoamericano de Cooperación Energética,
PLACE, Santo Domingo, 1981 - pág. 273

USO DE LA CASCARA DE ARROZ COMO COMBUSTIBLE EN LA INDUSTRIA CEMENTERA "EL CASO DE URUGUAY"

Luis A. Baratelli *

1. ANTECEDENTES

La compañía Uruguaya de Cemento Portland, fabrica cemento portland tipo I "ARTIGAS" y cemento de albañilería "ARTICOR".

La planta está instalada en la ciudad de Montevideo y su cantera de piedra caliza está ubicada a 120 km de su planta.

Se usa el proceso húmedo, siendo la humedad de la pasta de 31%.

Los hornos de clinker son los siguientes:

3 hornos de 2,74 m. de diámetro x 57 m. de largo
1 horno de 2,74/2,250 m de diámetro x 57 m de largo.

Todos los hornos trabajan con enfriadoras rotativas de 2,44 m de diámetro x 21 m de largo.

Como combustible tradicionalmente se ha usado fuel oil pesado, tipo "Bunker C". El fuel oil es bombeado a los quemadores de los hornos a una presión de 190 lb/pulgada² y precalentado en un intercambiador térmico, con vapor de agua, donde alcanza una temperatura de 125°C.

El vapor de agua usado para precalentar el fuel oil, es generado en una caldera de tubos de humo que usa también fuel oil pesado como combustible.

El Uruguay aún no ha descubierto dentro de sus límites, la existencia de petróleo, por lo tanto todos los derivados del petróleo, son hoy resultantes del refinado de un crudo que es 100% importado. Se entiende así, que las autoridades nacionales hicieran los máximos esfuerzos para lograr que la industria del país ahorrara la mayor cantidad del uso de los derivados del petróleo.

2. PROCESO SEGUIDO EN EL USO DE LA CASCARA DE ARROZ

Al buscar un combustible sustituto del fuel oil que se produjera en el país concluimos que la cáscara de arroz ofrecía varias ventajas, a saber:

- 1) Se podía conseguir en volúmenes suficientes.
- 2) Para ser usada, no requería ninguna preparación previa. No requería molienda.
- 3) Químicamente no ofrecía mayores inconvenientes.
- 4) Se podían conseguir unas 12.000 ton/año provenientes de un molino de arroz ubicado en Montevideo a 5 km de la planta. Esto compensaba el efecto negativo de su alto costo de transporte ya que su peso específico es sumamente bajo (0.13 kg/dm³).
- 5) El total de cáscara que se podría conseguir anualmente sería en total unas 20.000 ton/año. Las 8.000 ton., que se suman a las que se re-

ciben desde Montevideo provendrían del interior del país, de lugares distantes entre 230 y 330 km de la planta.

Lamentablemente, por su carácter zafral, sólo se cuenta con abastecimiento adecuado y fluido durante alrededor de 7 u 8 meses al año y dadas sus características no puede pensarse en un estancamiento para cubrir los demás meses. Además, su bajo peso específico encarece el transporte desde distancias lejanas.

Se buscaron antecedentes y bibliografías sobre el uso que pensábamos darle a la cáscara de arroz como combustible en hornos de clinker y no lo encontramos. Sólo por terceros pudimos enterarnos de una experiencia similar en una fábrica del Estado de Goias en el Brasil. En nuestro laboratorio se efectuaron los siguientes análisis:

Pérdida por calcinación a 1.000°C	80.05%
Ceniza	19.05%
Análisis químico de la ceniza:	
SiO ₂ más insolubles	83.80%
Al ₂ O ₃	0.15%
Fe ₂ O ₃	0.40%
CaO	0.57%
MgO	2.00%
	96.92%

Humedad de la cáscara, como es recibida, 10/12% (aunque en apariencia parece seca).

Poder calorífico superior: 3039 kCal/Kg
 Poder calorífico inferior: 2712 kCal/Kg

Como el fuel oil pesado, que se usa en la planta, tiene estas características: poder calorífico inferior 9654 kCal/Kg, resulta que la relación teórica de la equivalencia de la cáscara de arroz y el fuel oil

es: 9654/2712 = 3.56 o sea que desde el punto de vista de las calorías aportadas, 1 ton fuel oil = 3.56 ton. cáscara de arroz. La cáscara se recibe por camiones que vuelcan su contenido en un cobertizo con techo con capacidad para 36 ton., o simplemente a la intemperie, donde un cargador frontal las apila hasta una altura del orden de los 3 m. Lógicamente la cáscara de arroz, estacionada a la intemperie se moja con las lluvias, pero no ofrece mayores dificultades cuando se tienen vientos importantes.

Claro, que la cáscara apilada a la intemperie llega a tener un contenido de 25% de humedad, lo cual evidentemente afecta la eficiencia térmica de la combustión, pero no así su proceso en el equipo de insuflado. Por todo ello, no conviene exagerar la cantidad de cáscara en stock. Como la ceniza de la combustión de la cáscara (19.5%) se compone de 93.8% de sílice y queda incorporada al clinker, hay que incrementar el contenido de carbonato de la mezcla cruda, esto hace que lógicamente, al aumentar la cantidad de cáscara que se usa, ya de por sí (o sea por estrictas razones químicas) aumente la cantidad de calorías necesarias (provenientes del fuel-oil + cáscara) por toneladas de clinker.

Cuando se sustituye el 17% del fuel oil, hay que incrementar aprox. 1% de carbonato de la mezcla. Esto y el hecho que se insufla aire, que en nuestro caso, al entrar al horno, tiene un temperatura de aprox. 180°C, hace que el consumo de calorías aumente en relación a las calorías consumidas sólo con fuel oil. En nuestro caso ese aumento fue aprox. 3.5%, pero esto se compensa en exceso con el hecho de que las calorías aportadas por la cáscara son de menor costo.

La necesidad del empleo de mezclas más ricas en carbonatos puede ser un obstáculo importante para el empleo de este tipo de sustituto del combustible líquido por el hecho que determina no sólo un agotamiento más rápido de las reservas de materia prima sino que exige de éstas unas características químicas más difíciles de encontrar en los vacimientos corrientes.



RESUMEN DEL USO DE LA CASCARA DE ARROZ

AÑO	Ton de cáscara de arroz usada	Fuel oil reemplazado	% de fuel oil reemplazado en el año
1980 (desde Sept.)	1.167	328	1 %
1981	10.332	2.900	7.8%
1982	14.424	4.052	13.1%

3. EQUIPOS USADOS PARA LA INSUFLACION DE LA CASCARA DE ARROZ

Los equipos que se usan son iguales para la instalación de los hornos Nº 1 - 4 y Nº 2 - 3.

Cada uno, en ambas instalaciones consiste de lo siguiente:

- a) Una toma de aire caliente (400°C) desde la "cabeza" de una de las enfriadoras.
- b) Un ciclón desempolvador, con descarga automática, a una carretilla que periódicamente (1 vez c/3 horas) se lleva a descargar a un elevador de clinker que se encuentra cerca.
- c) Una cañería de 9" que lleva el aire caliente y desempolvado al ventilador. Esta cañería está aislada térmicamente de modo que el aire caliente que se extrae de la cabeza de la enfriadora llegue al ventilador a unos 200°C (los ventiladores que se usan son de construcción standard).

En cada tolva hay dos ventiladores, cada uno para un horno. El ventilador es de características nominales: 30NM³/min. con motor 15 HP, 40 amp. Este ventilador funciona con un registro de aire parcialmente cerrado, de modo de tomar el mínimo caudal de aire necesario para transportar la cáscara. En operación el motor del ventilador tiene 22 amp.

- d) La cáscara se traslada con cargador frontal con balde de 2 m³ de capacidad, desde el

cobertizo con techo o de la pila a la intemperie, distantes 10 o 100m. respectivamente.

- e) La tolva tiene una capacidad de 5 ton. y en su parte inferior tiene dos transportadores de rosca de 200 mm. de diámetro con descarga a ambos lados de la tolva y accionados c/u con un motor de 2 HP que descarga la cáscara sobre un Venturi donde el ventilador envía aire a alta velocidad.
- f) Luego una cañería de 6" transporta la cáscara al interior de la cabeza del horno. La entrada de la cáscara insuflada está ubicada simétricamente a la posición del quemador principal, en relación a un eje vertical de simetría de esa misma cabeza de horno, (en estos momentos estamos pensando en reemplazar los ventiladores por sopladores de alta presión y menor caudal de aire).

La velocidad de rotación de las rosca transportadoras de descarga de las tolvas se logra variando las poleas de correas en V que accionan a esas rosca transportadoras. De esa manera la cantidad que transporta c/u de esas rosca puede variar desde 430 a 1.060 kg/h.

La mayor cantidad de cáscara que hemos logrado insuflar, manteniendo una operación económica y sin afectar la calidad del clinker producido, es de 800 kg cáscara/hora en cada horno, lo cual significa un reemplazo del fuel oil pesado del 17%.

Como la insuflación de la cáscara se hace por una instalación y quemador distinto del quemador principal de fuel oil, cuando por alguna causa hay que interrumpir esporádicamente el insuflado de la cáscara, sólo hay que retirar el quemador de ésta y aumentar la cantidad de fuel oil por el quemador principal.

4. BALANCE ENERGETICO

Veamos el balance energético para el caso de una sustitución promedio anual del 13% del fuel oil por cáscara, que es la situación actual.

Poder calorífico inferior (neto) del fuel oil = 9.654 KCal/Kg.

Poder calorífico inferior (neto) de la cáscara de arroz = 2.712 KCal/Kg.

Para un consumo anual (usando sólo fuel oil): 40.000 ton.

Reemplazando un promedio anual de 13% de fuel oil y suponiendo un aumento de 3.5% en el consumo total de calorías, se tendrían los siguientes consumos de fuel oil y cáscara:

$$40.000 \times 1.035 \times 0.13 = 5.382 \text{ ton. fuel oil sustituido/año}$$

$$5.382 \times \frac{9.654}{2.712} = 19.158 \text{ ton. cáscara usado/año}$$

La provisión de cáscara sería:

- { 12.000 ton. de Mvd., distancia a la planta 5 Km.
- 7.158 ton. (desde el interior del país), distancia a la planta 300 Km.

Consumos de combustibles de los camiones, suponiendo que el camión vuelve vacío al lugar de carga de la cáscara:

Consumo unitario 30 lt. gas oil/100 Km.

Cantidad transportada por viaje desde Montevideo: 4 ton., distancia 5 Km., ciclo total 10 Km.

Cantidad transportada por viaje desde el interior del país: 14 ton., distancia 300 Km., ciclo total 600 Km.

$$\text{Consumo gas oil Montevideo: } \frac{30 \times 10 \text{ lt.}}{100 \times 4 \text{ ton.}} = \frac{0.75 \text{ lt. gas oil}}{\text{ton. cáscara}}$$

$$\text{Consumo gas oil Interior: } \frac{30 \times 600 \text{ lt.}}{100 \times 14 \text{ ton.}} = \frac{12.85 \text{ lt gas oil}}{\text{ton. cáscara}}$$

$$0.75 \times 12.000 = 9.000 \text{ lt.}$$

$$12.85 \times 7.158 = 91.980 \text{ lt.}$$

$$\underline{100.980 \text{ lt. gas oil/año}}$$

Como el consumo de gas oil del cargador frontal que alimenta las tolvas de insuflado con cáscara consume 70 lt/d, se tendrá que en un año se consumen 365 x 70 = 25.550 lt. gas oil/año.

Por lo tanto, el consumo total de gas oil, para el transporte de cáscara hasta la planta y dentro de la planta, será de:

100.980 + 25.550 = 126.530 lt/año, o sea aproximadamente 115 t/año, como el ahorro de fuel oil es de 5.389 ton/año, resulta que el gas oil consumido por el transporte y manipuleo de la cáscara es el 2.1% del ahorro bruto de combustible.

5. BALANCE ECONOMICO

El uso de cáscara de arroz nos ha ocasionado estas variantes en los costos operativos:

AHORROS

Costo actual de 10^6 Kcaloría del fuel oil US\$ 14.65

Costo actual de 10^6 Kcaloría de la cáscara de arroz, basado en un suministro de 75% desde Montevideo y 25% desde el Interior del país US\$ 4,54

Costo actual de 10^6 Kcaloría para un reemplazo promedio de 13% de las calorías de fuel oil por calorías de cáscara de arroz US\$ 13,33

Incorporación parcial de la ceniza de la combustión de la cáscara de arroz a la producción de clinker.

COSTOS ADICIONALES

Aumento del consumo de calorías en el proceso de producción del clinker, al quemar cáscara de arroz en una proporción del 13%

3.5%

Mano de obra (operadores de cargador frontal y cuidador de equipo)	N\$ 3,50/ton. clinker
Energía Eléctrica	N\$ 1,10/ton. clinker
Costo operativo del Cargador Frontal	N\$ 3,00/ton. clinker
Costo operativo del equipo de insuflación	N\$ 0,20/ton. clinker

NOTA: N\$ 33.— = US\$ 1.

6. CONCLUSION

Considerando los ahorros y costos adicionales y el hecho de que por haber fabricado el equipo necesario en nuestros propios talleres con elementos que ya teníamos disponibles en nuestra planta, lo que determinó un bajo costo de construcción de ese equipo (aprox. US\$ 40.000), podemos decir que la sustitución de fuel oil por cáscara de arroz resulta atractiva y alentadora desde el punto de vista empresarial pese a las comentadas desventajas de tratarse de un suministro zafral, que crea problemas de almacenamiento de cobertura, y por requerir materia prima de mayor calidad y suponer un agotamiento más rápido de reservas.

No obstante, y más que el frío resultado de un balance de ahorros y costos adicionales, nos cabe la satisfacción de que con nuestro esfuerzo estamos contribuyendo a que nuestro país tenga una menor erogación de divisas al exterior y como contrapartida, a crear ocupación de mano de obra, e invertir en empresas radicadas en el país.

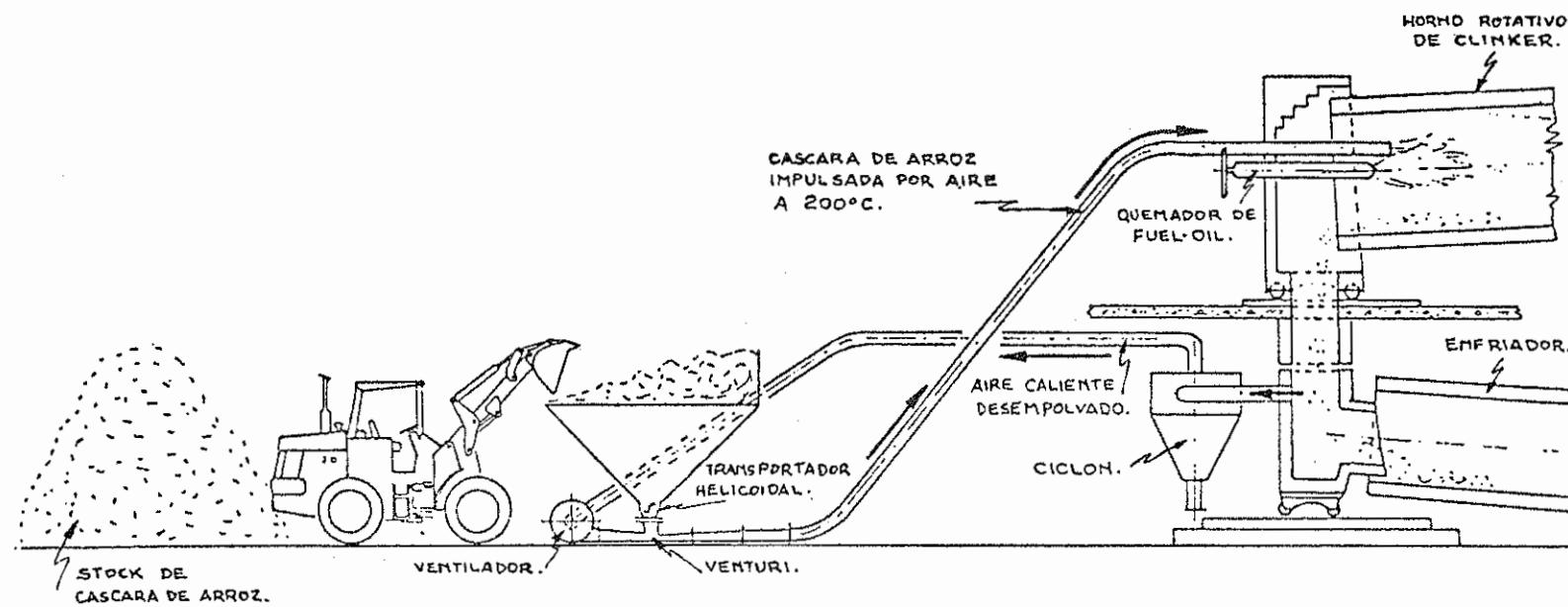
* Vicepresidente y Gerente de Producción
Compañía Uruguaya de Cemento Portland
Uruguay.

COMPAÑIA URUGUAYA DE CEMENTO PORTLAND

MONTEVIDEO

URUGUAY

CROQUIS DE LA INSTALACION DEL USO DE LA CASCARA DE ARROZ, COMO COMBUSTIBLE COMPLEMENTARIO DEL FUEL-OIL, EN HORNOS DE CLINKER



USO RACIONAL DE LA ENERGIA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA "LA EXPERIENCIA CUBANA"

Luis O. Gálvez Taupier

VICEMINISTRO, MINISTERIO DEL AZUCAR DE CUBA

INTRODUCCION

La energía solar es una de las mayores reservas de energía disponible al hombre en el umbral del total agotamiento de combustibles fósiles, la principal fuente energética utilizada desde que éste aprendió a valerse del fuego.

Sin embargo, su carácter de no continuidad a lo largo de las 24 horas del día, su variabilidad de dependencia de las condiciones climáticas, y las formas no simples en su recepción y transformación de maneras efectivas de utilización, han limitado su empleo. Las diferentes formas del uso de la energía solar pueden seguir dos líneas: una a través de la cual la radiación solar se concentra por medios ópticos para alcanzar temperaturas y cantidades de energía suficientemente altas, y otra que aprovecha la potencialidad de la energía solar de sintetizar biomasa a través del metabolismo de vegetales que a su vez son usados como combustibles de diferentes maneras.

En la actualidad se están llevando a cabo nuevos estudios para mostrar las posibilidades de diferentes cosechas energéticas como el sorgo, la caña de azúcar, la madera, etc. En este Seminario dirigimos nuestro estudio a las posibilidades de la caña de azúcar, la cual, aunque está lejos de satisfacer nuestras necesidades de energía total, puede hacer importantes contribuciones al balance energético de nuestros países.

La materia seca de la caña de azúcar cuando se quema libera 4.000 kcal/kg (7.200 Btu/lb). Sobre la base de máximos rendimientos agrícolas, se puede obtener hasta 200 millones e kcal/ha-a, equivalente a cerca de 20 tm de petróleo. Sin embargo, después de un análisis de la eficiencia técnica del procesamiento de la caña de azúcar, incluyendo generación de vapor, llegamos a la conclusión que un primer paso en la utilización de la caña de azúcar como fuente energética es la de aprovechar las reservas que tenemos en nuestras fábricas de azúcar. Demostrar la potencialidad del procesamiento de la caña de azúcar es el objetivo de este trabajo.

El esquema energético de la mayoría de las fábricas de azúcar muestra enfoques técnicos de comienzos de este siglo. La máquina de Corliss había sido definida como el motor primario más adecuado para los molinos de caña, principal consumidor de energía mecánica en la fábrica. Otros tipos de máquinas de vapor se usaban con otros propósitos, en bombas, centrífugas y cristalizadores, etc., e incluso para la generación de energía eléctrica, aunque para este propósito la utilización de la turbina de vapor se introdujo desde hace muchos años.

La presión y temperatura de diseño del vapor eran aquellas que resultaban adecuadas para las máquinas Corliss y otras máquinas de vapor alternativas, es decir, la presión en el rango de 8 a 10 kg/cm² (120 a 150 lb/pulg²), sin sobrecalentamiento. Con tales condiciones termodinámicas de vapor se diseñaron la mayoría de las fábricas de azúcar existentes, lo que permitió un buen balance entre el requiri-

miento de vapor de alta presión y el de calentamiento, no siendo necesario ningún otro combustible aparte del bagazo obtenido en la molida de la caña.

Durante el último cuarto de siglo muchas industrias que utilizan bagazo como principal materia prima se han establecido sobre la base de que el bagazo que se lleva a las calderas de las fábricas de azúcar es sustituido por combustible fósil en éstas. Desde luego, con el surgimiento de la crisis energética en 1973, los precios de los combustibles fósiles, especialmente los del petróleo combustible, se han incrementado mucho, induciendo un alza también en los precios del bagazo.

Para resolver este problema muchas empresas comenzaron a mejorar la eficiencia en la fábricas de azúcar siguiendo más o menos las experiencias de la industria del azúcar de remolacha, que no cuenta con desperdicios para quemar y aún durante los períodos de bajos precios de los combustibles fósiles, tenían que buscar formas térmicamente eficientes de procesamiento.

Analizando los diagramas de flujo eficientes, los especialistas en este campo han encontrado que la industria de la caña de azúcar puede no sólo lograr bagazo sobrante, sino también, aprovechando las ventajas de la co-generación, entregar como sobrante importantes cantidades de energía eléctrica.

Actualmente, los grupos más destacados de ingeniería y diseño, tienen una nueva concepción del esquema energético de la fábrica de azúcar, siguiendo nuevos enfoques orientados hacia soluciones mucho más eficientes. Un punto altamente controvertible que ha aparecido, es el de la presión y la temperatura del vapor de alta, ya que para lograr que los ciclos para la co-generación sean más eficientes se requieren inexcusadamente altas presiones y temperaturas.

Además, durante los últimos 30 años, el desarrollo tecnológico de la ingeniería de la fabricación de azúcar ha ampliado el horizonte de soluciones cuando se conciben presiones y temperaturas altas en el va-

por. Ejemplo de esto lo constituyen el uso de las turbinas de vapor y las modernas unidades motrices eléctricas en los molinos, el uso de turbogeneradores de extracción-condensación, así como el desarrollo de calderas de alta presión para bagazo.

Es interesante considerar adicionalmente las posibilidades de los residuos de la cosecha, los que en la mayoría de los casos se pierden o se queman en el campo. Si se hace un balance de los residuos, la potencialidad de la generación se multiplica por tres, ya que el contenido de materia seca en los residuos es el doble del que hay en el bagazo. En total, la industria del azúcar de caña muestra en los países de GEPLACEA una potencialidad de 22 millones de toneladas de petróleo.

El generar vapor de alta presión y temperatura y el utilizar eficientemente el vapor en el proceso, hacen posible que la fábrica de azúcar, después de satisfacer sus requerimientos energéticos, esté en condiciones de entregar por tm de caña molida, hasta 25 kg de petróleo equivalente en la forma de bagazo sobrante y/o electricidad, es decir, la mitad de lo que está disponible en el bagazo.

AHORRO DE ENERGIA Y BAGAZO: ALGUNAS ALTERNATIVAS

Como se puede apreciar de la introducción, las mejoras en la eficiencia térmica de la fábrica de azúcar pueden ser orientadas a obtener bagazo sobrante, energía eléctrica marginal, o una combinación de ambas. La selección de un programa concreto estará relacionado con los objetivos económicos y/o sociales, como el desarrollo de una industria de derivados de la caña, la política energética nacional y otros.

Los principales aspectos relacionados con el esquema energético de las fábricas de azúcar y su desarrollo se han tratado en la literatura azucarera así como en seminarios y conferencias especializados. Nuevos esquemas han aparecido en la práctica industrial mostrando mejoras en dependencia de la economía pero debido a sus propias características, no existe una solución óptima hay diferentes mejoras alternativas en dependencia de los objetivos pro-

puestos. No tratamos de definir las diferentes alternativas, pero partiendo de un tratamiento especial en la formulación del problema se muestran los resultados técnicos de un conjunto de alternativas dadas, entre las cuales las dos siguientes se pueden considerar como extremas:

- Máximo bagazo sobrante sin energía eléctrica marginal.
- Máxima energía eléctrica marginal sin bagazo sobrante.

Se debe señalar que ambas soluciones muestran altas eficiencias térmicas y las diferencias son dadas por los objetivos buscados en cada caso. En el primero la obtención de bagazo como materia prima para otras industrias y en la segunda, la generación de energía eléctrica para la red nacional o regional, o para otros propósitos especiales.

Entre estos dos puntos extremos existe un número infinito de alternativas de acuerdo con el peso relativo dado al bagazo sobrante o la energía marginal. Sin embargo entre estos dos hay uno que puede ser considerado como una tercera solución principal, es decir, la generación de energía eléctrica por incremento de la presión y la temperatura de vapor de alta hasta aquellos valores técnicamente seguros, pero usando turbogeneradores de contrapresión, lo cual significa, generar solamente la cantidad de vapor requerida en el proceso o en otras palabras, no quemar bagazo para generar exceso de vapor sobre el requerido en el proceso y que en consecuencia debe ser condensado, lo que requiere turbogeneradores de extracción-condensación en vez de máquinas de contrapresión. Esto es la llamada co-generación en su más pura concepción.

Los resultados industriales de cualquiera de estas tres principales alternativas o cualquier otra que pueda surgir entre ellas, vienen dados por medio de un conjunto de factores entre los cuales los más importantes son: las variedades de caña, estabilidad y disciplina de operación y condiciones técnicas del equipamiento. Para los propósitos de este trabajo, los factores mencionados anteriormente pueden ser pasados por alto; asumiendo que los tres son resuel-

tos adecuadamente y podemos en consecuencia concentrarnos en los principales aspectos de la eficiencia térmica que controlan los resultados de cualquier solución. Estos son:

- Eficiencia de generación de vapor
- Eficiencia en el uso de vapor de proceso
- Presión y temperatura del vapor de alta.

Estos tres aspectos están interrelacionados entre sí y su relativa importancia y adecuados niveles están dados por los objetivos principales demandados por el esquema energético del sistema y su adecuación técnica y/o económica.

La forma de alcanzar diferentes resultados en cada uno de los aspectos mencionados anteriormente, es conocida por ingenieros y administradores de la industria relacionados con el problema de la energía en la producción de azúcar.

Las principales características de cada uno son:

EFICIENCIA DE GENERACION DE VAPOR

La eficiencia de la caldera muestra la mayor reserva de energía en fábricas tradicionales de azúcar. En la mayoría de las fábricas viejas, a las calderas no se les suministraron los elementos para la recuperación del calor sensible de los gases de chimenea, como son el economizador o el precalentador de aire, encontrándose temperaturas del orden de 300°C (572°F) y aún mayores con las consecuentes pérdidas que implican tales diseños. Otro elemento importante asociado a la eficiencia de la caldera, es el tipo de horno. Los hornos que queman bagazo en una pila como el holandés, Ward. Martin, etc., requieren de una gran cantidad de exceso de aire sobre el teórico, hasta un 100% y más. Los hornos con lanzadores de bagazo, introducidos hace 30 años requieren sólo un 30% del exceso de aire, lo que reduce en consecuencia las pérdidas de energía por la calefacción del aire en exceso desde la temperatura ambiente hasta la de los gases de chimenea.

Las calderas viejas o nuevas que no disponen de estos componentes muestran eficiencias del orden de 55-65% sobre la base del valor calórico bajo.

La utilización del economizador y/o del precalentador de aire, o del recientemente introducido secador de bagazo permiten una disminución segura (sin peligro de corrosión) de la temperatura de los gases de chimenea hasta un mínimo de 130°C(266°F).

Esto, más la utilización de los hornos lanzadores de bagazo hace que las eficiencias de caldera se incrementen hasta un 85%, significando este aspecto en total una reducción del consumo de bagazo del orden del 30%.

EFICIENCIA EN LA UTILIZACION DEL VAPOR DEL PROCESO

Las fábricas viejas y aún en muchos casos las nuevas, muestran una eficiencia muy baja, utilizando entre 550 y 650 kg de vapor/tm de caña. Durante muchos años las fábricas de azúcar de remolacha, con parámetros de proceso próximos a los de azúcar de caña, han probado en la práctica a través de esquemas más sofisticados en el sistema de calefacción-evaporación-cocción, que el vapor de proceso puede ser reducido hasta 320 kg/tm de remolacha. La utilización de extracciones del evaporador para calefacción y cocción, el uso de un alto número de efectos, cinco y aún seis, lo cual hoy se puede probar que es económico y eventualmente la sustitución de la válvula reductora por otros elementos estabilizadores como el "vapor cell", el termocompresor, son elementos que permiten el incremento de la eficiencia.

Esto ya ha sido probado en el procedimiento del azúcar de caña donde se han obtenido valores del orden de 370 kg de vapor/tm de caña.

Esta reducción en el vapor de proceso puede inducir a reducciones en el consumo de bagazo del orden del 25%.

PRESION Y TEMPERATURA DEL VAPOR DE ALTA

La generación de una tm de vapor a alta presión y temperatura, 85 kg/cm² (1 250 lb/pulg²) y 400°C (750°F) por ejemplo, requiere de la misma cantidad de combustible (bagazo) que la generación de una

tonelada de vapor a 9,5 kg/cm² (140 lb/pulg²) y 327°C (620°F). El vapor con las "altas" condiciones mencionadas antes, puede generar 130 KW-h, y con las condiciones "bajas" puede generar solamente 57 KW-h, es decir, se duplica la generación de energía con el mismo bagazo quemado en la caldera, debido sólo al incremento de condiciones de presión y temperatura del vapor.

El ejemplo anterior es un argumento suficiente de lo que se puede obtener en energía eléctrica marginal, yendo a condiciones altas en el vapor vivo o de alta.

Los tres aspectos descritos anteriormente conforman el marco a través del cual la eficiencia térmica de las fábricas de azúcar puede ser incrementada para entregar bagazo sobrante y energía eléctrica marginal. Los pasos dados hacia el logro de estos objetivos puede que no sean de fácil ejecución o aún pueden resultar de dudosa factibilidad en algunos casos. El obstáculo principal en el camino hacia este incremento de eficiencia, es que la industria de azúcar de caña alcanzó un estado de equilibrio en su desarrollo técnico hace más de 40 años y los cambios que son necesarios hoy en día, no son aceptados fácilmente por ésta.

Para estudiar las tres alternativas mostradas anteriormente, se prepararon muchos diagramas de flujo y los balances de materiales y energía se calcularon con la ayuda de una computadora. De acuerdo con los resultados, se prepararon los números finales más interesantes que se presentan de manera gráfica en las diferentes alternativas.

BAGAZO SOBRANTE

Debido a los precios actuales de los combustibles fósiles, la política de su utilización en la fábrica de azúcar para liberar el bagazo y utilizarlo como materia prima para otras industrias puede inducir a altos costos en los productos finales, volviéndose no rentables en muchos casos. Resulta fácil demostrar que, en general, es más económico remodelar la fábrica de azúcar para obtener tanto bagazo sobrante como

sea posible, esperándose en general el desarrollo de un mercado de bagazo. Hoy en día, la transportación de bagazo en pacas o en otra forma compacta como "pellets", briquetas, etc., ha probado su factibilidad técnica y económica.

En la figura N° 1 hay líneas que muestran el bagazo sobrante que puede ser obtenido, como una función del vapor de proceso en la fábrica, para diferentes eficiencias de caldera. Se puede ver que si tenemos una situación según la cual estamos gastando 53 kg de vapor de calefacción por 100 kg de caña, un índice típico en las fábricas cubanas viejas, y la eficiencia de las calderas es de 58% no se produce bagazo sobrante. Esta es la situación actual en la mayoría de las fábricas cubanas. Ahora bien, si incrementamos la eficiencia de las calderas hasta 78% y no hacemos ningún otro cambio en el ciclo de vapor, el resultado inmediato es que obtenemos aproximadamente el 27% de bagazo sobrante.

En la figura N° 1 podemos darnos cuenta de la influencia de la eficiencia del consumo de vapor de escape como medio de calefacción. Si disminuimos este índice de los valores usuales de las fábricas cubanas, es decir 53% hasta 40% y tenemos calderas con 78% de eficiencias, el bagazo sobrante se incrementa de 27% hasta 43%.

En lo que respecta a la reducción del índice de vapor de calefacción por cantidad de caña procesada, es necesario analizar el ciclo completo ya que el vapor pasa a través de los motores primarios al proceso como agente calefactor, entregando toda la energía mecánica requerida en la fábrica, así cuando se mejora la eficiencia de utilización del vapor en proceso, se hace necesario incrementar las condiciones de generación del vapor en las calderas para garantizar la satisfacción de las demandas de energía en la fábrica.

En la mitad inferior de la figura N° 1 hay líneas que muestran la dependencia de la temperatura y la presión del vapor de alta presión cuando es generado, con las diferentes demandas de vapor de calefacción. En esta figura se puede notar que, para un índice de

53 kg de vapor por 100 kg de caña, común en las fábricas cubanas tradicionales, la presión necesaria en la entrada de las máquinas es del orden de 8,0 kg/cm² (120 lb/pulg²) y la temperatura es próxima a la de saturación.

CO - GENERACION

Entre los enfoques de máximo bagazo sobrante y máxima energía eléctrica marginal, existe la alternativa de co-generación pura, es decir, generación eléctrica a valores máximos, pero solamente la que es posible con el vapor de proceso, es decir, no quemando bagazo para producir vapor adicional lo que implicaría turbogeneradores de extracción-condensación. Este objetivo se logra incrementando la presión y la temperatura del vapor de alta al máximo permitido por las condiciones técnico-económicas.

En la figura N° 2 se muestran, de forma gráfica los cálculos para cuatro condiciones típicas del vapor en la industria azucarera mundial.

Los valores de la energía eléctrica representados, son aquellos obtenidos después de la substracción de la demanda de la fábrica. Un ejemplo ayuda a entender esta alternativa.

Con una demanda de vapor de proceso de 400 kg/tm, es decir, vapor de calefacción igual a 40% de caña, trabajando a 18 kg/cm² y 343°C, un 39% del total de bagazo producido se puede obtener como sobrante. Adicionalmente se puede obtener también 8 KW-h/t de caña como energía marginal. Si las condiciones del vapor de alta son aumentadas a 58,8 kg/cm² (850 lb/pulg²) y 454°C (850°F) con la misma demanda de vapor de proceso que antes, el bagazo sobrante obtenido es del orden del 35% del producido y la entrega de energía 29,5 KW-h/t de caña. Los 21,5 KW-h adicionales por t de caña se producen con un incremento del bagazo quemado de alrededor de 12 kg o 2,2 kg de petróleo equivalente, lo cual representa alrededor de 106 g/KW-h, un valor mucho menor que el mejor obtenido en plantas de energía de petróleo (220-240 g de petróleo/KW-h).

La co-generación es una forma eficiente de producir energía eléctrica y al mismo tiempo, permite la entrega de importantes cantidades de gabazo para usarse como materia prima en otras industrias.

En la figura N° 2, se muestran muchas combinaciones. Se puede notar que a medida que el interés en la energía eléctrica aumenta, los requerimientos de eficiencia en el uso de vapor de proceso serán menores.

También se puede notar la gran influencia directa de las condiciones de presión y temperatura del vapor sobre la energía eléctrica marginal, determinándose el óptimo por consideraciones operacionales y de inversión. También se observa la baja incidencia inversa de las condiciones de presión y temperatura del vapor sobre el bagazo sobrante.

Una observación final interesante es que moviéndonos hacia la derecha a lo largo de la línea de cero bagazo sobrante hasta las líneas para diferentes condiciones del vapor, los puntos de intersección con éstas representan la máxima energía eléctrica marginal que puede ser entregada sin usar turbogeneradores de extracción-condensación.

ENERGIA ELECTRICA MARGINAL

El caso de energía eléctrica marginal, es aquél en el cual no se obtiene bagazo sobrante. La cuestión principal en este caso es reducir el vapor de calefacción % de caña tanto como sea posible, de manera que todo el bagazo que se pudiera obtener como sobrante, sea quemado para producir vapor adicional por encima del que se necesita para calefacción, y consecuentemente expandirlo al vacío en turbogeneradores de condensación.

Los cálculos de la energía marginal para cuatro niveles de condiciones del vapor se muestran de forma gráfica en la figura 3. Las líneas que ascienden hacia la derecha muestran la energía marginal generada con vapor de proceso y las líneas que descenden muestran la energía marginal total que se genera.

Ambas líneas de cada condición de vapor se cortan donde el vapor de calefacción % de caña es el total que se puede generar con el bagazo producido.

Tomando como ejemplo el mismo caso que vimos en la alternativa de la co-generación con 58,8 kg/cm² y 454°C, se pueden producir 29,5 KW-h/t de caña, debido a la co-generación y 76,5 KW-h/t de caña si se quema el total del bagazo producido. La generación adicional de energía se hace con el 35% del bagazo sobrante que obtendríamos con co-generación pura.

Esto significa que estos 47 KW-h/t de caña adicionales se producen según un consumo de petróleo equivalente a 440 g/KW-h, cerca de 60% mayor que en modernas y eficientes plantas de energía operadas con petróleo.

El análisis económico de esta alternativa depende en gran medida de los criterios macro-económicos de forma que no es necesario ir más allá en nuestro análisis.

PASOS DADOS Y SITUACION ACTUAL DEL PROGRAMA DE COOPERACION ENERGETICA DE LOS PAISES MIEMBROS DE GEPLACEA

El Programa de Cooperación Energética de la Caña de Azúcar tuvo sus orígenes a partir de las conclusiones del Seminario de Racionalización Energética celebrado en La Habana en octubre de 1980. En este evento auspiciado por GEPLACEA, ONUDI, OLADE y el Ministerio de la Industria Azucarera de Cuba, se planteó la necesidad de crear un Centro de Investigaciones Aplicadas, que permitiera conocer y desarrollar integralmente el potencial energético de la caña de azúcar.

Dada la importancia de los temas tratados durante el Seminario, el Secretariado de GEPLACEA determinó la realización de un estudio donde se plasmaran las posibilidades y la trascendencia que revestía la transformación energética de las fábricas de azúcar. El referido documento conocido como "La Caña de Azúcar como Fuente de Energía", fue el

borado por especialistas del ICINAZ de Cuba; la Corporación Azucarera "La Victoria", de Panamá y de la Organización Latinoamericana de Energía (OLADE).

Entre los acuerdos tomados en la Plenaria se dispuso la celebración de una reunión de especialistas de alto nivel con el fin de analizar las posibilidades de desarrollar un Programa Regional de Cooperación Energética. Dicha reunión se celebró en la Ciudad de México entre el 28 y el 30 de julio de 1981, contando con la asistencia de representantes de Brasil, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guyana, México, Panamá, República Dominicana, y de los Organismos ONUDI, OLADE, IICA, y del Secretariado de GEPLACEA.

La primera reunión de la Comisión fue celebrada en La Habana durante los días 28, 29 y 30 de enero de 1982, con la asistencia de todos sus miembros, exceptuando a Brasil. En este primer encuentro se analizaron las actividades a realizar en cada país.

El Secretariado ha desplegado grandes esfuerzos en la búsqueda de vías más dinámicas para el avance del proyecto, aunque hasta el momento sólo están definidas, dentro del cúmulo de tareas, las fechas de los Seminarios de Biogás y Alcohol Carburante.

Es de destacar la colaboración de OLADE hacia todas las tareas emanadas del programa; desde el primer momento se han mantenido estrechos vínculos entre GEPLACEA Y OLADE, citándose ejemplos concretos como es el caso del gran apoyo financiero que, a través del Programa Latinoamericano de Cooperación Energética (PLACE) de OLADE, se ha logrado para la celebración de los Seminarios de Biogás y Alcohol Carburante y en la ejecución del Proyecto de Racionalización Energética en República Dominicana.

CONCLUSIONES

En este trabajo tres alternativas principales de utilización de las reservas de energía de la industria azucarera han sido analizadas.

Estas alternativas pueden ser orientadas al desarrollo de las industrias de la celulosa, usando bagazo

como materia prima o contribuir al suministro de energía a la red eléctrica. En ambos casos el aumento en la eficiencia puede inducir a importantes contribuciones a la economía nacional en países como Cuba, República Dominicana y otros países o regiones donde la producción de azúcar per cápita es significativa.

El objetivo del bagazo sobrante puede ser logrado sin calderas de alta presión, mediante el mejoramiento en la eficiencia de calderas y la eficiencia del uso del vapor de proceso. Las inversiones necesarias son altamente rentables y de bajo requerimiento financiero.

La co-generación muestra la forma más económica de generar energía marginal para otros usos o para la red eléctrica a la vez que se entregan cantidades importantes de bagazo sobrante. Se puede considerar la mejor solución económica cuando está bajo consideración el desarrollo de una industria de derivados en una región con cosechas azucareras largas y con una alta concentración de fábricas. La energía eléctrica se produce en la forma más eficiente con un mínimo de inversiones a la vez que se produce bagazo para cubrir todos los requerimientos de la región. El balance se logra mediante un adecuado análisis del caso particular que se estudia.

La generación de energía eléctrica marginal usando turbinas de extracción-condensación depende de los criterios de la macro-economía concernientes al valor relativo dado al bagazo como materia prima para la industria o como combustible para ahorrar petróleo. En los países que tienen a su disposición grandes reservas de petróleo como México y Venezuela y donde los precios internos del petróleo son bajos, esta alternativa no es atractiva ya que no compite con el "fuel oil", pero en países donde prevalecen los actuales precios altos del crudo se ha mostrado que esta solución es económica.

FIG. N° 1 **BAGAZO SOBRANTE**

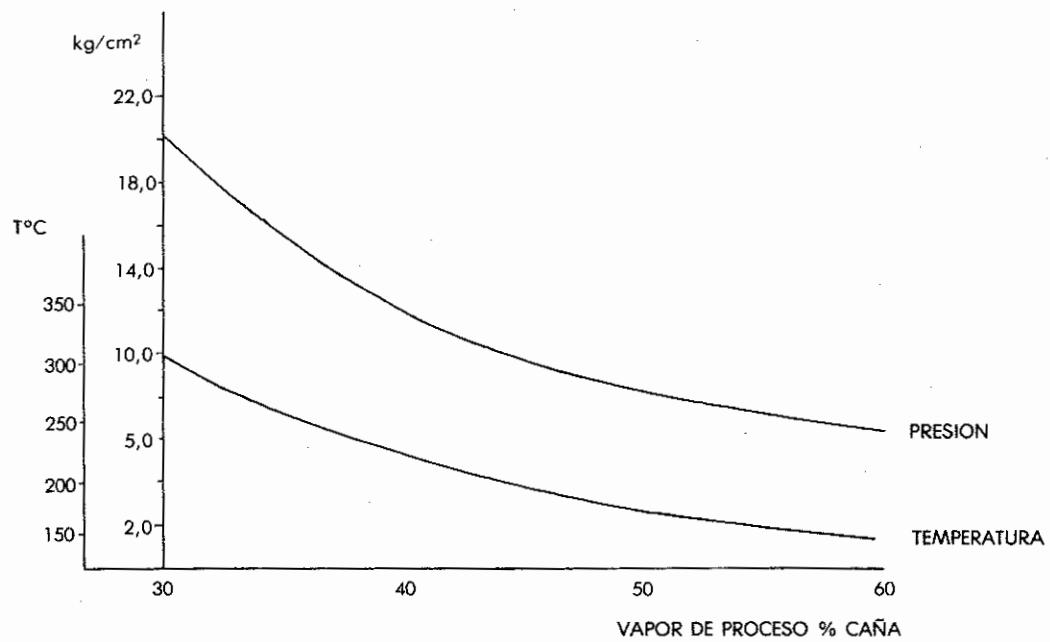
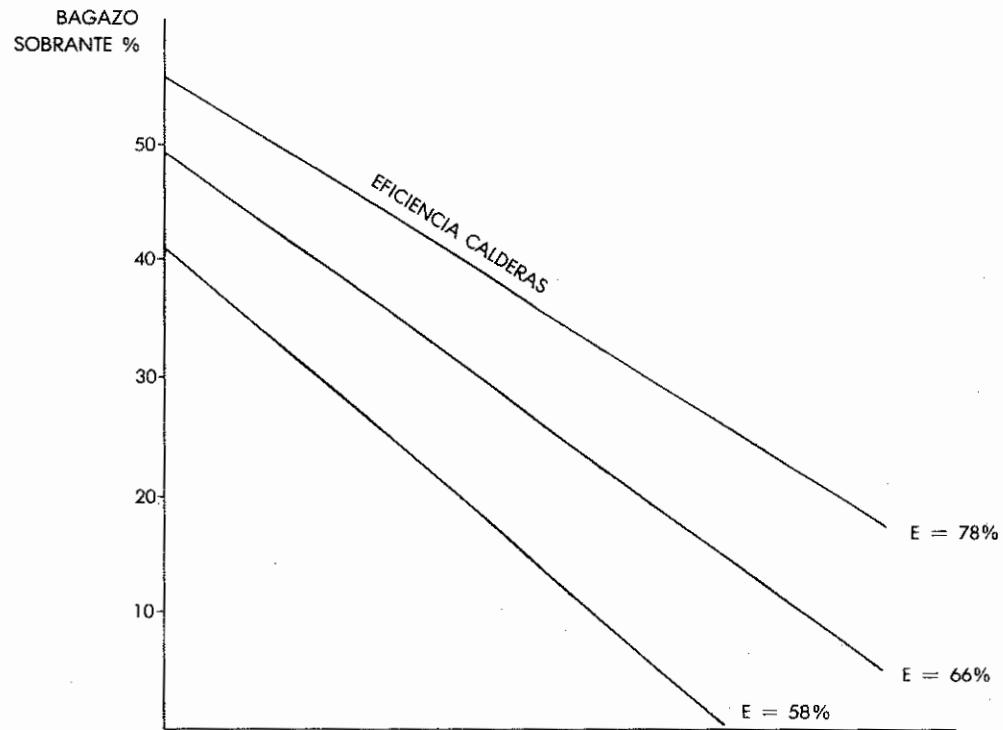


FIG. N° 2 CO-GENERACION

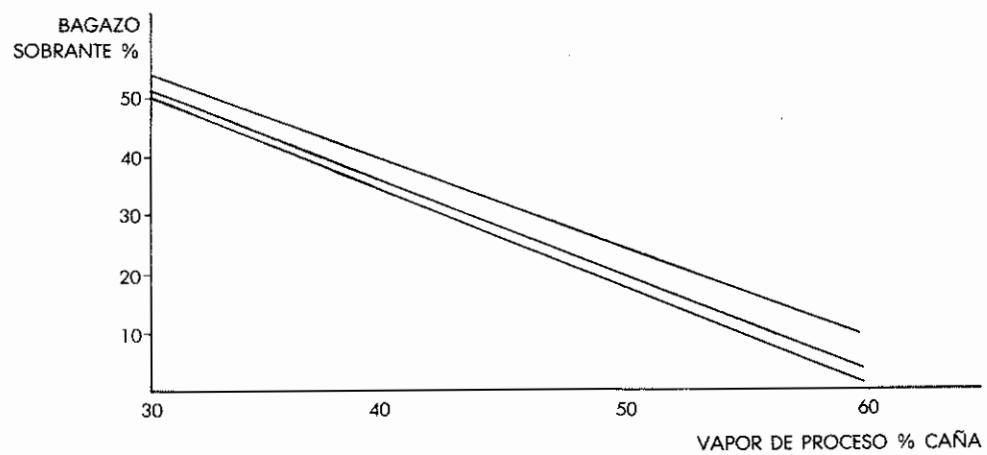
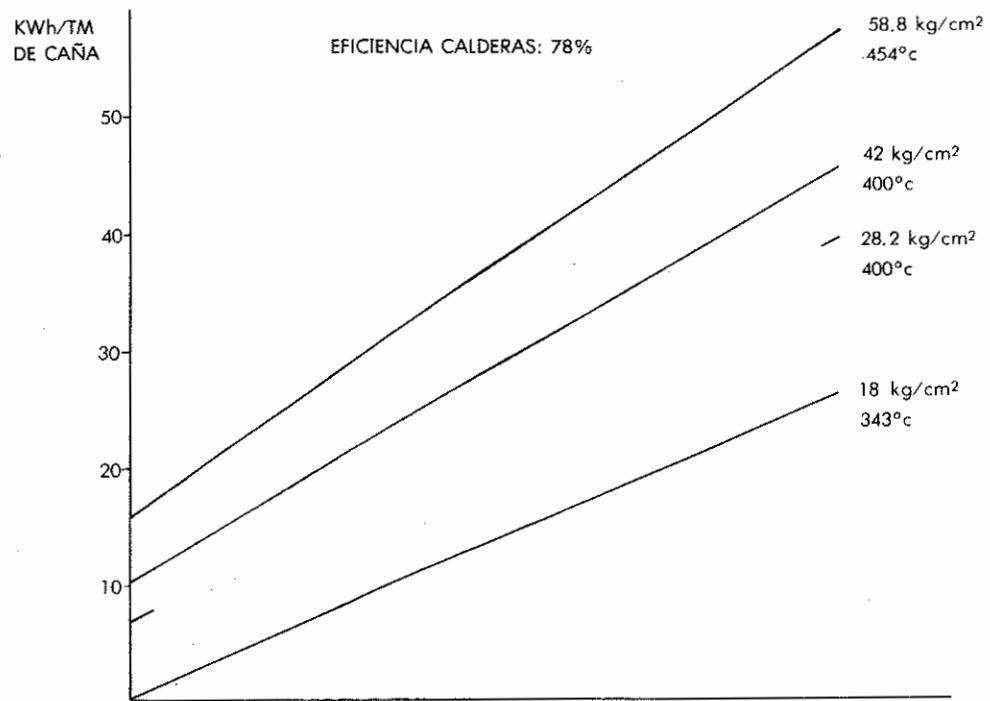
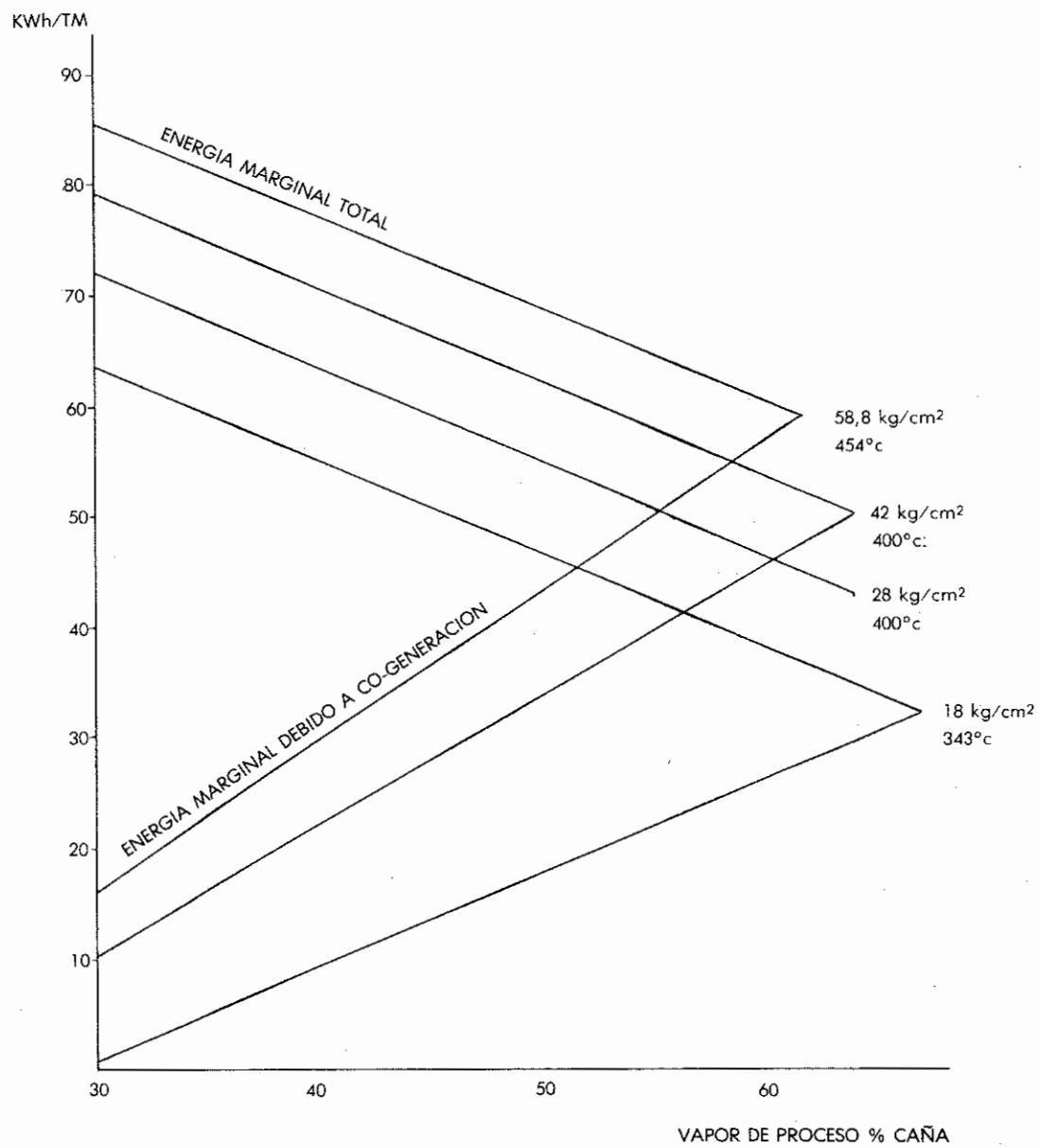


FIG. N° 3 ENERGIA ELECTRICA MARGINAL



EL PROGRAMA ENERGETICO DE JAMAICA

Vascoli Scantlebury

DIRECTOR DE CONSERVACION ENERGETICA
DIRECCION ENERGETICA

Jamaica utiliza combustible importado para abastecer mas del 98% de sus requerimientos de energía comercial, y sólo un 2% proviene de fuentes autóctonas. La factura petrolera de los dos últimos años ha tenido un promedio de alrededor de US\$ 500 millones por año, y esto representa aproximadamente la mitad de las divisas ganadas por concepto de exportación.

Se ha desarrollado un Programa Nacional de Energía con los siguientes objetivos:

1. Reducir la dependencia de la energía importada y diversificar la oferta energética.
2. Promover la utilización eficiente de la energía, al mismo tiempo de buscar un crecimiento económico sostenido.
3. Acelerar la exploración y desarrollo de fuentes energéticas indígenas.
4. Adoptar políticas de precios apropiados para disminuir el impacto de los precios energéticos cada vez mayores sobre los grupos de bajo ingreso dentro de la sociedad y alcanzar los objetivos arriba señalados.

ESTRATEGIAS PARA EL DESARROLLO

Se está desarrollando una estrategia tendiente a lograr una oferta de energía segura y diversa, con el fin de separar el progreso económico del país de cualquier dependencia externa.

Los dos componentes, de esta estrategia, son el desarrollo de recursos energéticos y la administración de la oferta y la demanda energética

En el primer componente, el objetivo es suministrar energía comercial como apoyo a los sistemas de entrega centralizados y de gran escala mientras se aumenta la utilización de la energía difusa y no comercial en zonas idóneas. Para estos efectos, se están realizando programas tales como la explotación de petróleo y de gas, fuentes geotérmicas, minería de turba, sustitución de recursos renovables y no renovables por el combustible importado y promoción de esfuerzos por la investigación y desarrollo, y proyectos demostrativos con aprovechamiento de fuentes de energía alterna.

En el área de la administración de la demanda energética, se están instrumentando programas para la formulación de políticas conservacionistas, incluyendo medidas fiscales y legislativas.

SUSTITUCION DEL PETROLEO COMO FUENTE ENERGETICA

Los proyectos se han establecido bajo dos categorías: renovables y no renovables. Los últimos se tratan de la explotación de petróleo y gas, y los estudios sobre minería de turba. Se está encaminando un estudio de factibilidad para la conversión del carbón mineral para el sistema eléctrico público y el sector privado (con alumina y bauxita). La única fábrica de cemento del país ya se ha comprometido a cambiar su patrón de petróleo a carbón. Los depósi-

tos de lignito en el país serán reevaluados. Si bien el carbón todavía tendrá que seguirse importando, se podrán efectuar ahorros por el precio relativamente menor del carbón en comparación con el del petróleo, tanto ahora como en el futuro previsible. Los recursos energéticos renovables pueden hacer un aporte significativo a la oferta energética interna.

Los otros proyectos están ahora bajo implementación o evaluación y comprenden:

1. Desarrollo hidroeléctrico, podrán entrar a la red, para 1987, unos 20 MW de los 114 MW de potencial total actualmente estimado.
2. Energía solar, es abundante en el país y ya existen muchos proyectos emprendidos o planeados (por ejemplo, calentamiento solar del agua, termoelectricidad solar, estanques solares y fotovoltaica).
3. Bioenergía, el potencial total de Jamaica se está evaluando. Luego de haber finalizado el levantamiento de recursos biomásicos, se cuentan entre los proyectos de investigación la gasificación de la madera, la utilización del bagazo en la generación eléctrica, las plantas dendrotérmicas y la producción de biogas. La factibilidad de la producción de alcohol también forma parte de esta actividad.
4. Energía eólica, próximamente será realizada una evaluación completa del régimen de vientos y para este fin se están investigando los parques eólicos.
5. Desechos sólidos municipales (DSM) para la generación eléctrica, se acaba de concluir un estudio de factibilidad.
6. Conversión de la energía térmica oceánica (CETO), se ha tomado la decisión de construir una planta piloto de 1 MW y se están evaluando propuestas comerciales para la instalación de una planta a gran escala.
7. Energía geotérmica, se está adelantando una mayor exploración de las áreas más prometedoras.

CAPACITACION Y EDUCACION AL PUBLICO EN EL CAMPO DE LA CONSERVACION

Existe un Programa de Conservación Energética que enfoca los siguientes aspectos:

1. Reducción del uso de productos petroleros por fases.
2. Auditoría energética y retroajustes con el propósito de identificar los desechos energéticos e incrementar la eficiencia energética en los sectores públicos y privados.
3. Medidas fiscales tendientes a:
 - I) Racionalización de los precios y comercialización de los productos petroleros para alentar la conservación, y
 - II) Promover inversiones en equipos eficientes de energía.
4. Corporaciones, 19 hospitales y 5 empresas comerciales/industriales fueron fiscalizadas en 1981, con un potencial de ahorro energético tan alto como el 44% de la actual utilización de energía.

Los retroajustes se realizarán bajo un proyecto financiado por USAID y el Gobierno de Jamaica. El Ministerio de Minas y Energía ha prestado su ayuda con la capacitación de auditores energéticos en los sectores público y privado. A comienzos de 1982 se realizó un curso auspiciado por CARICOM para capacitar auditores energéticos para hacer frente a la necesidad de personal calificado que llevaría a cabo las auditorías en el gobierno así como en las instituciones privadas. Durante 1983 cuarenta y seis fábricas estatales que han sido establecidas se están fiscalizando y retroajustando bajo el programa energético USAID/Gobierno de Jamaica.

INCENTIVOS FISCALES

Se están redactando medidas para proporcionar incentivos fiscales a la manufactura, montaje o uso



de equipos de ahorro de energía y al suministro de servicios de mantenimiento tendientes al ahorro energético.

RACIONALIZACION DE ENERGIA

Con la ayuda de un equipo del Laboratorio Nacional de Arizona, la Dirección Energética está realizando un levantamiento sectorial del uso energético. Estos serán utilizados para racionalizar la energía y actualizar el Plan Nacional de Energía.

TABLA I
FACTURA PETROLERA

Factura de Importaciones Petroleras como Porcentaje
de las Importaciones/Exportaciones Totales

(Millones de US\$ a costos corrientes)

AÑO	FAC. PET. TOTAL US \$	FAC. PET. COMO % IMPORT.	FAC. PET. COMO % EXPORT. +	DESEQUILIBRIO COMERCIAL ++
1973	71.5	9.86	17.14	(307.7)
1974	194.7	20.80	27.10	(217.5)
1980	444.4	255.0*	38.10 26.11	46.30 26.58 (206.7) 17.3
1981	495.6	293.1	33.50 22.98	50.73 30.00 (398.0) 298.5

+ Excluyendo re-exportaciones.

++ Cifras entre paréntesis implican valores negativos.

* Se refiere a la Factura Petrolera en el Sector Bauxita/No Alumina.

TABLA II
CONSUMO DE ENERGIA PETROLERA POR SECTORES

1981

	MSEP	%
Aluminio/Bauxita	8,090.5	53.6
Generación Eléctrica	2,676.1	17.7
Carreteras y Ferrocarriles	1,796.9)	11.6)
Aviación	643.7	17.9
Navegación	295.6	2.0)
Azúcar	187.0	1.2
Cemento	228.6	1.5
Cocción e Iluminación	497.7	3.3
Otros*	719.9	4.8
	15,096.0	100.0

* Incluye refinerías petroleras y otras empresas industriales/comerciales.

DISPONIBILIDAD DE RECURSOS FINANCIEROS

TABLA III

ACTIVIDAD	COSTO TOTAL (miles de US\$)	FUENTE DE FONDOS
Auditoría y retroajustes en el sector público	1887	USAID 1080 GJ 1807
Fondo de crédito en el sector privado	7320	USAID 3070 GJ 4250
Conservación Energética Desarrollo Industrial	1160	USAID 650 GJ 510
Manual sobre conservación energética	85	USAID 45 GJ 40
Programa de educación pública	3354	USAID 253 GJ 3101
Calentamiento solar del agua en el sector público	4183	USAID 1630 GJ 2553
Sector privado-fondo de crédito	4840	USAID 2130 GJ 2710
Secado solar de productos agrícolas	350	USAID 310 GJ 4
Investigación y desarrollo	785	USAID 340 GJ 445
Recursos Forestales	430	USAID 290 GJ 140
Centros de demostración para energías alternas	1047	USAID 323 GJ 724
Racionalización de energía	2279	USAID 1293 GJ 986

TABLA IV

NOMBRE DEL PROYECTO	POSIBLE FUENTE FINANCIERA
Biogas a partir de desechos de destilería	USAID (US\$ 42.000) Empresa Nacional de Azúcar Ministerio de Minas y Energía
Programa de construcción y capacitación de digestores de biogas	OLADE (US\$ 292.000) Ministerio de Minas y Energía (US\$ 37.000)
Estudio de factibilidad sobre gasificación de madera	Gobierno Francés (US\$ 40.000)
Estudio de factibilidad sobre etanol a partir de residuos agrícolas	CIDA (CDN \$ 247.000)
Sistemas energéticos rurales integrados y proyectos de PV	Gobierno Italiano (US\$ 1.83 millones)
Estudio de factibilidad sobre el Río YS	Gobierno Italiano (US\$ 280.000)
Evaluación del recurso eólico y una plantación eólica piloto	CDB (US\$ 1.45 millones) Ministerio de Minas y Energía (J\$ 100.000)
Minihidroelectricidad	
1. Estudio inventario	CIDA (J\$ 250.000)
2. Posible capacidad manufacturera local de turbinas.	CDB (US\$ 295.000)

EXPLICACION DE ABREVIATURAS

GJ — Gobierno de Jamaica

MBEP — Miles de barriles del equivalente de petróleo

Información obtenida del Programa Nacional de Energía de Jamaica.

USO RACIONAL DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA DE BAUXITA "EL CASO DE SURINAM"

Ministerio de Recursos Naturales y Energía

1. INTRODUCCION

La "crisis energética" de los años setenta ha traído consigo un alza muy significativa en los precios de los hidrocarburos importados.

En 1970 Surinam importó 623,4 TEP x 10³ de energía con un valor de Sf. 60 millones. En el año 1980, la energía importada fue de 731,7 TEP x 10³ con un valor de Sf. 172 millones, siendo el incremento de 108,3 por un valor de Sf. 112 millones.

El estudio de los balances de energía de Surinam concluyó que cerca del 60% de la energía producida e importada es utilizada intensivamente por la industria de bauxita y aluminio.

La recesión mundial ha provocado una disminución en la demanda de los productos de bauxita y aluminio. Las empresas en este campo deben ingeniárselas para hacer uso de la energía y donde sea posible, utilizando las fuentes locales.

Las dos compañías que operan en Surinam han tomado y continúan tomando medidas destinadas a mejorar el uso de la energía.

En el presente documento tratamos sobre las medidas mencionadas:

— Un breve comentario del Balance de energía de Surinam (Capítulo 2)

- Esquema de los procesos en la industria de bauxita y aluminio (Capítulo 3)
- Visión global del uso de energía (Capítulo 4)
- Presentación de las medidas tomadas hasta hoy para un uso más racional de la energía (capítulo 5)
- Recomendación de las medidas a ser tomadas para un uso más racional de la energía (Capítulo 6)

2. BALANCE ENERGETICO DE SURINAM

En cooperación con OLADE el Ministerio encargado de los asuntos energéticos publicó los balances para el período 1970-1980. De acuerdo al Balance de 1980 (Fig. 2) el uso total de energía fue de 564,2 TEP.

El consumo final de energía por sectores fue como sigue:

— Transporte	106,2 TEP x 10 ³ (19,4%)
— Industria	356,3 TEP x 10 ³ (65,2%)
— Residencial, Comercial y Público	58,4 TEP x 10 ³ (10,7%)
— Agricultura	25,3 TEP x 10 ³ (4,6%)

Una significativa cantidad de la energía requerida tuvo que ser importada. La planta hidroeléctrica de Afobakka (aprox. a 90 Km. de Paramaribo) tiene una capacidad de 189 MW. y contribuye un 20% al uso

total de energía. Otras fuentes locales de energía, poco utilizadas contribuyen con un 8%.

La energía consumida por la industria de Bauxita y Aluminio corresponde a $324,8 \times 10^3$ TEP de la totalidad de energía utilizada, la cual fue aprox. del 60%. En las pérdidas del flujo energético se incluyen las de los componentes de vapor de la Compañía de Aluminio de Surinam, cuya cantidad se desconoce.

3. DE LA BAUXITA AL ALUMINIO

La bauxita es explotada por dos compañías:

La Compañía de Aluminio de Surinam (Suralco), una subsidiaria de la Compañía de Aluminio de América (ALCOA) y la Billiton Maatschappij N.V., subsidiaria de la Royal Dutch Shell.

Suralco cuenta con una planta integrada completamente de aluminio y alúmina. La bauxita es la zona costera, concurre de dos maneras:

- Un área cubierta, aprox. con un metro de capasello
- Un área donde el capasello puede tener un espesor hasta de 35 metros.

En la primera, el terreno se remueve con máquinas excavadoras, esto se conoce con el nombre de sistema a cielo abierto. En la segunda área, se utiliza una combinación de implementos hidráulicos y rastrilladores; éste método se denomina sistema de arrastre. Despues de retirar el capasello, la bauxita, que se encuentra debajo, es taladrada, volada y extraída. La bauxita extraída se transporta a la refinería, donde se muele en pequeños trozos y se seca a una temperatura cerca a los 90°C.

El proceso final es la trituración del mineral a más o menos 2 1/2 cm.

En el fluograma adjunto se puede observar el proceso.

4. VISION GLOBAL DE LA ENERGIA

— Minería

El sistema de mezclado funciona con un número de motores eléctricos con un rating total de 3600 HP, mientras que la estación elevadora de tensión cuenta con seis bombas, cada una con 1000 HP de capacidad.

— Planta de Alúmina

Para producir una ton. de alúmina (Al_2O_3) se necesitan 2,3 toneladas de bauxita. Aquí se aplica el proceso Bayer. La energía para este proceso es la siguiente:

- vapor para calentamiento de soda cáustica y digestores. Una pequeña cantidad se utiliza para la evaporación en los eyectores al vacío.
- electricidad, para bombas, compresoras de aire, instalación, transporte, etc.
- combustible de carbón C, para el secado de la bauxita, calcinación y producción de cal.

La utilización de energía por ton. de alúmina es:

— vapor y electricidad	7,880 Btu/ton.
— calcinación	3,450 Btu/ton.
— producción de cal	310 Btu/ton.
— secado de bauxita	620 Btu/ton.
— combustible para camiones, bulldozers	490 Btu/ton.
	12,750 Btu/ton.

— Planta de Aluminio

Para producir una ton. de aluminio se necesita 1,95 ton. de alúmina. La reducción se realiza mediante electrolisis, usando el proceso Hall/He'roult. Durante el proceso, la corriente directa atraviesa un ánodo de carbón, pasa a una solución de criolita y al cátodo. Cerca de 15,000 - 20,000 kwh de energía se utilizan para producir una ton. de aluminio. Esto suma aprox. 40 o 50% del costo total.

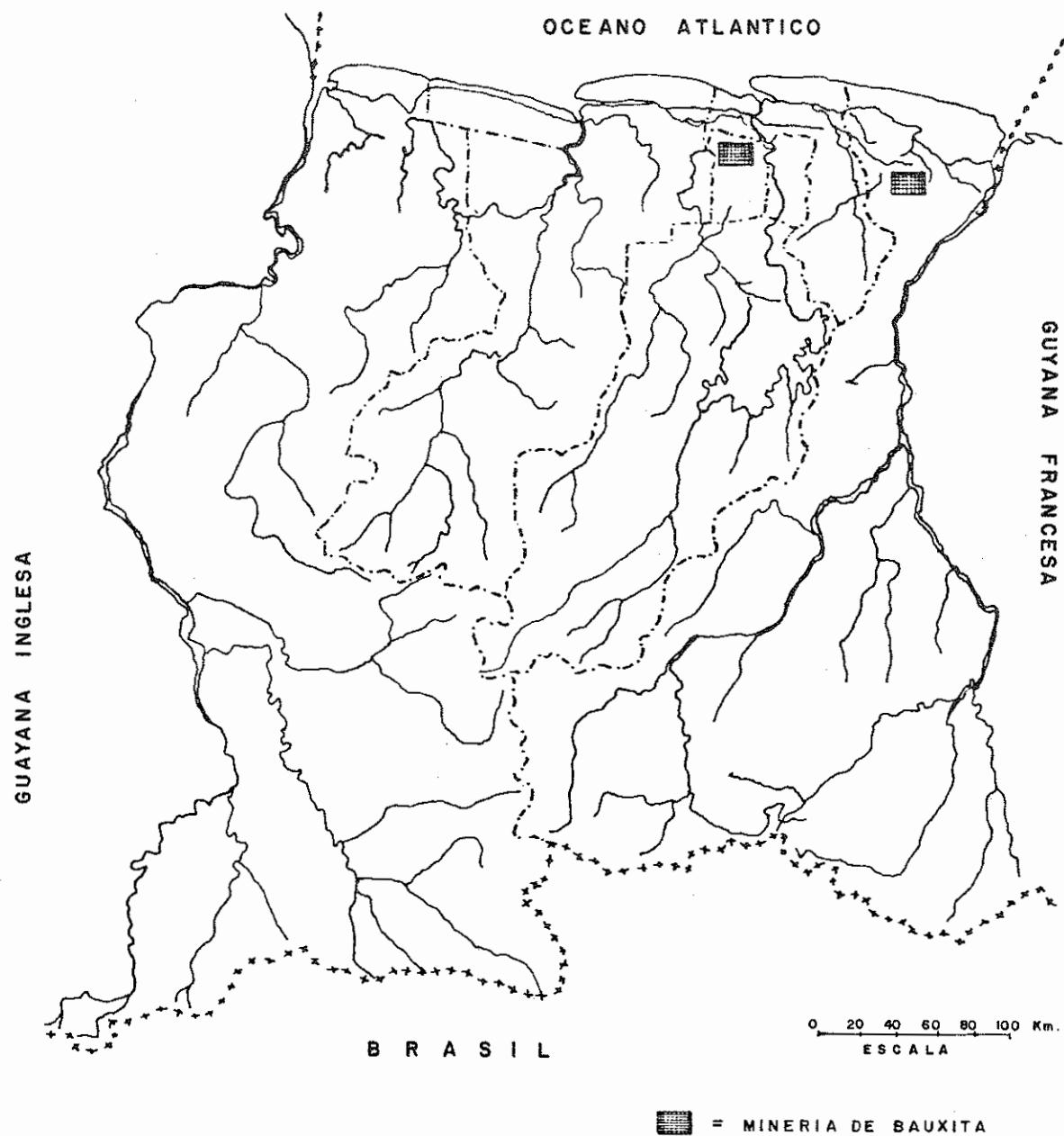
5. MEDIDAS TOMADAS HASTA EL MOMENTO PARA EL USO RACIONAL DE LA ENERGIA

- Tres de las seis turbinas de la planta hidroeléctrica de Afobakka, fueron equipadas con cuchillas ajustables en vez de las fijas. Al hacerlo así, el incremento de energía fue de 4.6 MW por año.
- En 1975 se instaló una segunda turbina a vapor de alta compresión. Esta mejora incrementó la eficiencia mínima en 7.5 %.
- La instalación de una turbina a gas de 48 MW en el año de 1976, hizo posible el control del nivel del agua del lago en un forma más eficiente.
- Usando el sistema de co-generación en la fábrica de alúmina pueden producirse cerca de 40 MW de electricidad en dos generadores de turbina a gas.
- Se obtuvo un incremento del 30% de capacidad utilizando hornos verticales de alúmina ALCOA en lugar de los horizontales.
- La introducción del proceso de control por computación en el departamento de asimilación, dió como resultado un uso más eficiente del vapor producido.
- El uso de los procesos de control computarizados en combinación con briquetización de coque Wilmington incrementó la eficiencia de los fundidores Soderberg que son menos eficientes.

MEDIDAS A TOMAR PARA UN USO MAS RACIONAL DE LA ENERGIA

- Sustitución del combustible de C, importado, por petróleo crudo, producido por la Compañía estatal petrolera de Surinam.
- Plan para el ahorro de energía del orden de 10% en el departamento de asimilación usando transportadores calóricos.
- Experimentación con un sistema completo de automatización.

MAPA DE SURINAM



FLUJO DE ENERGIA - SURINAM - AÑO 1980

(TEP x 10³)

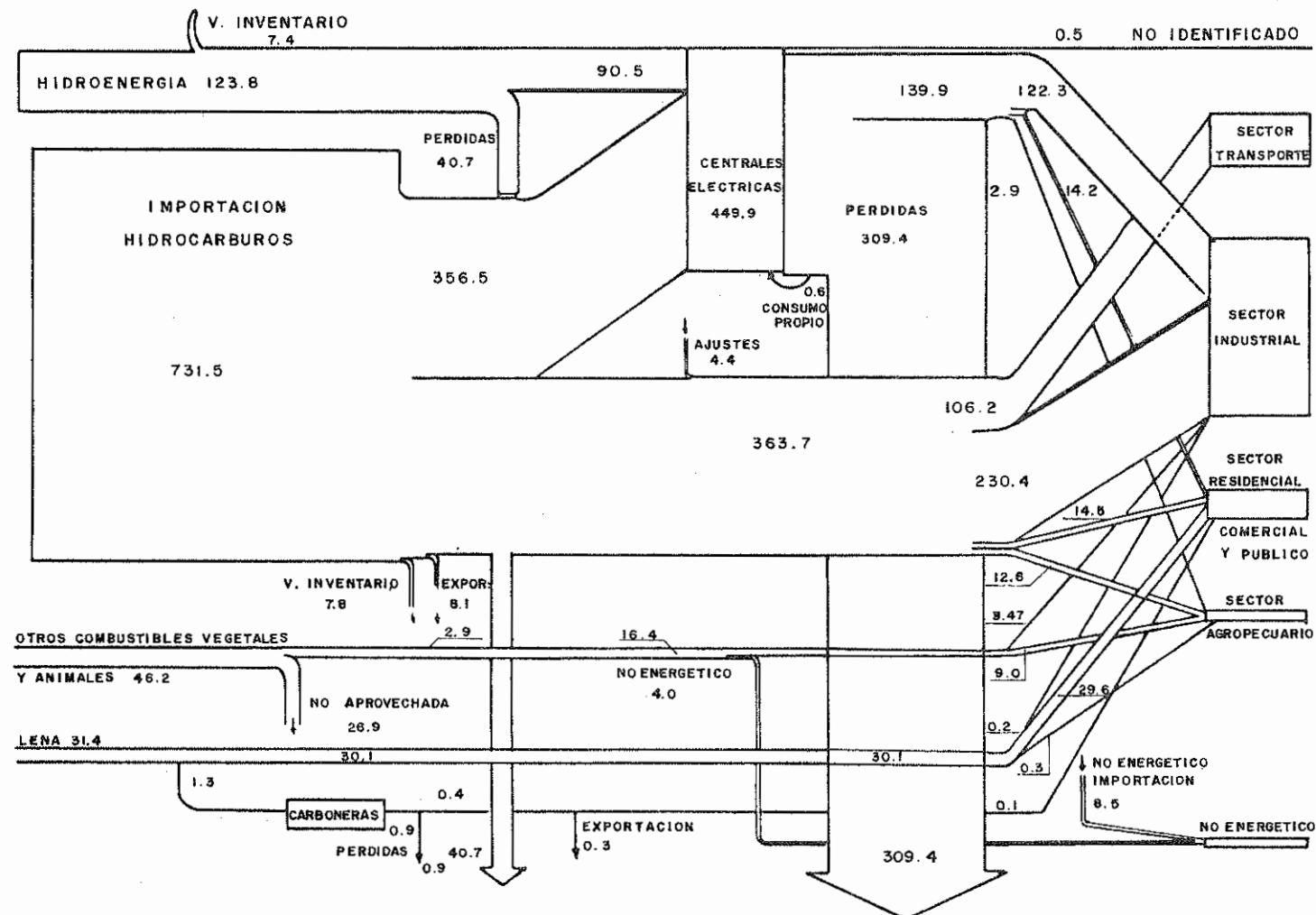
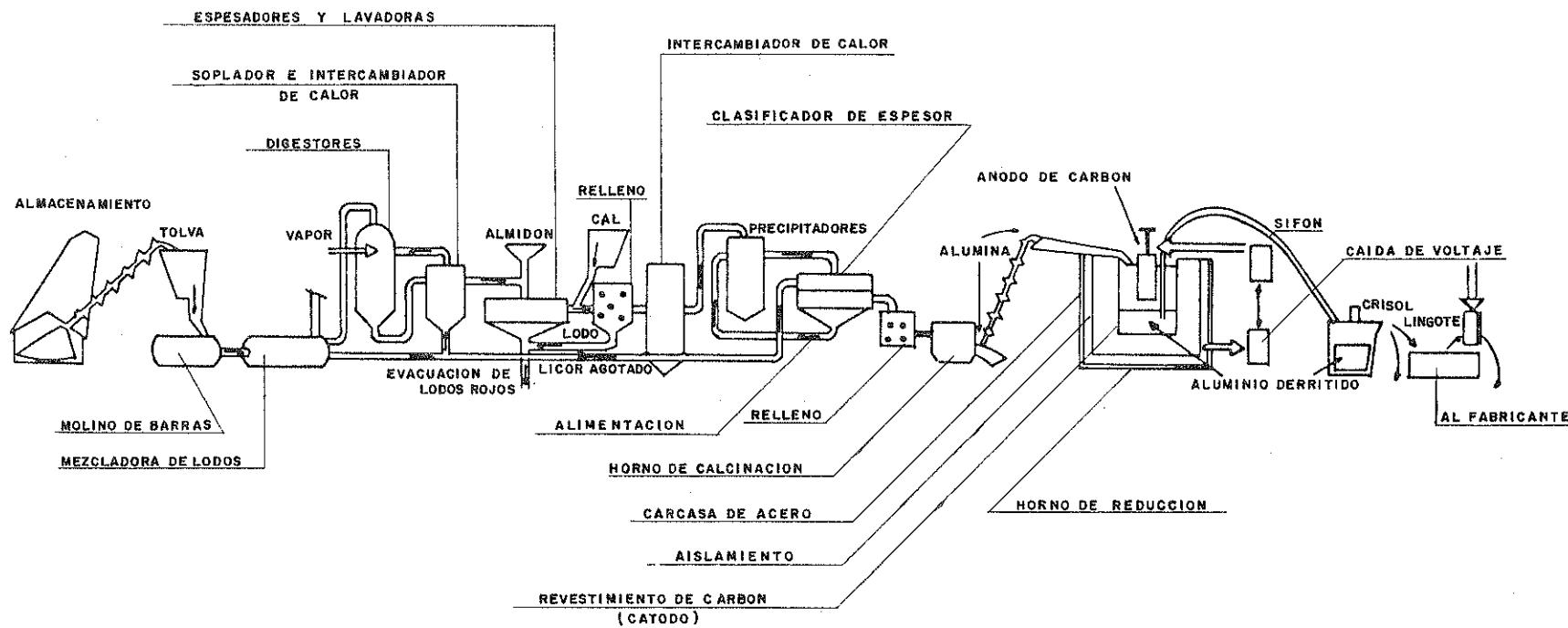


DIAGRAMA DE FLUJO DEL PROCESO DE PRODUCCION DE ALUMINIO



FUENTE : SURALCO

PROYECTOS DE CONSERVACION DE ENERGIA EN LA INDUSTRIA NICARAGUENSE

Instituto Nicaragüense de Energía
División Sistema de Planificación
Unidad Conservación de Energía

1. INTRODUCCION

La conservación de energía en la industria surge como una necesidad económica a partir de la crisis petrolera de 1973, cuando comienza la escalada de los precios que afecta seriamente a los países importadores de petróleo. Nicaragua importador de hidrocarburos, utiliza alrededor del 40% de sus divisas en la adquisición de petróleo y sus derivados.

Ante esta situación interesa al país determinar el efecto que tendría sobre la Balanza Comercial una reducción en el consumo energético; reducción que no debe frenar las posibilidades de desarrollo socio-económico del país sino garantizar la producción con un menor consumo de energía.

El Instituto Nicaragüense de Energía (I.N.E.) está dedicando todos sus esfuerzos para obtener las alternativas de solución más viables. Frente a respuestas de lenta maduración como son las de desarrollo de nuevas fuentes de energía y/o aumento de las existentes, la conservación de energía constituye una alternativa viable cuyos efectos se hacen sentir a corto plazo, con beneficios para la economía en su conjunto.

En términos generales, se ha comprobado que debido al bajo nivel de eficiencia y a desperdicios de energía, se puede obtener en el país ahorros energéticos del orden del 10 al 20 por ciento sin mayores inversiones en cambios de equipos o de proceso.

Las actividades relacionadas con la conservación de energía en el sector industrial no habían estado

debidamente formuladas y coordinadas, a pesar del creciente interés en esta materia mostrando en los distintos niveles gubernamentales y en las diferentes industrias y a pesar que a través de los Balances Energéticos Nacionales se había detectado la alta participación del sector industrial en el consumo nacional de energía.

2. ANTECEDENTES

En vista de ello el I.N.E., con la colaboración del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), llevó a cabo el estudio "Uso Racional de la Energía en la Industria Nacional". En la elaboración de dicho estudio se realizó un muestreo en las industrias, cementera, azucarera, textil y aceitera. Los resultados demostraron un uso ineficiente de la energía, principalmente por malas condiciones de aislamiento térmico, fugas de vapor, ausencia de controles, etc.

Basándose en las conclusiones del estudio mencionado el I.N.E. consideró de importancia proceder a un estudio detallado de los principales macro-consumidores industriales, para estudiar la factibilidad técnico económica de inversiones que permitan un ahorro de energía a los mismos.

3. SITUACION ACTUAL

El I.N.E. ha procedido a firmar un contrato con la empresa francesa TRANS ENERG para la realización del estudio "Uso Racional y Conservación de Energía en la Industria" cuyos objetivos principales son los siguientes:

- 3.1 Formación y organización del grupo nacional técnico encargado de planificar y programar las actividades relacionadas con la conservación de energía a nivel nacional.
- 3.2 Obtener un uso eficiente y racional de la energía, principalmente de los derivados del petróleo, adoptando todos los mecanismos necesarios para tal fin.
- 3.3 Establecer las medidas necesarias para la racionalización y ahorro de energía mediante la modificación de las estructuras y hábitos de consumo.
- 3.4 Elaboración de un programa de acción a corto plazo sobre ahorro y uso racional de energía en la industria.
- 3.5 Realizar 35 auditos energéticos en las principales industrias macro-consumidoras de energía.
- 3.6 Proponer medidas de ahorro con diferentes grados de inversión.

4. POLITICA ENERGETICA NACIONAL

El sector energía es altamente prioritario dentro del Proceso Revolucionario, existiendo dentro de este contexto la voluntad del Gobierno de impulsar, incentivar y apoyar a las instituciones estatales o privadas que dediquen esfuerzos en forma organizada y sistemática a la conservación de energía.

5. PRINCIPALES PROBLEMAS Y LIMITACIONES

El problema de conservación de energía requiere soporte tanto de los trabajadores como de la dirección de las empresas y no existe tradición de ahorro energético en la industria nicaraguense.

La implementación del programa requiere en cierta medida inversiones en moneda extranjera. Este puede ser un factor limitante considerando la escasez de divisas por la que atraviesa el país.

6. CONCLUSIONES

- 6.1 Los estudios y proyectos relacionados con la conservación de energía en la industria en Nicaragua, se encuentran en su fase inicial.
- 6.2 Se requiere educación y entrenamiento al personal en cada industria en los métodos e importancia de la conservación de energía para lograr apoyo y éxito en el programa.
- 6.3 Los resultados de dichos estudios y proyectos serán visibles a mediano plazo y deberán ser soportados en forma continua por todas las instancias correspondientes.

EDITORIAL

The impact that higher oil prices, coupled with shorter supply, have had on our societies has yet to be evaluated. Still, there can be no doubt that one of the most valuable effects was that of so penetratingly calling attention to the profligate ravaging of natural resources, making "energy conservation" a commitment of all nations' development plans. Mankind, already aware of the need to preserve moral and ethical resources, broadened this concept to incorporate physical, material values. In industrialized countries, conservation gave rise to a more rational utilization of hydrocarbons, which eased a readjustment of their industrial production. In effect, the demand for equipment that would consume less energy encouraged both a change in industrial production processes and a mobilization of goods and services, written off to lowered oil bill outlays, thanks to reduced consumption. Thus the potential disaster provided the opportunity for these countries to modernize the physical plants of their economies and make them less wasteful.

Meanwhile, the situation was different in the Third World countries, because one of their main characteristics is heavy dependence on the importation of capital goods. Nevertheless, a brief increase in their raw materials' export prices allowed them to cope with the initial shock. Subsequently, the spirit of solidarity embodied in South-South cooperation let the world see just what a New International Economic Order demands.

The OPEC member countries created a special fund, with over 3% of their gross national product, aimed at financial cooperation programs in the relatively less-developed countries. In Latin America, Venezuela in 1974 and later Mexico and Venezuela in 1980 signed an agreement with Central American and Caribbean countries to guarantee oil supply under soft conditions, enabling those countries to mobilize significant financial resources for the development of economic and energy projects.

This is the fundamental reason that OLADE member countries have, during these last years, increased both their production and consumption of energy. Except in Brazil, no intensive energy - conservation programs have been implemented, because conservation in these countries has different effects than those mentioned for industrialized countries. However, as Latin America's energy balance is known in more detail, it becomes evident that, with an eye to rational energy growth, conservation must be practiced in such a way as not to drain the scarce financial resources claimed by even higher priority areas and activities. This calls for an exhaustive evaluation of our productive sectors in order to identify those that may wage a regional campaign, with its subsequent benefits in terms of technology, investment, and personnel. Therefore, it is imperative to initiate constructive discussion among the divers areas of industry, nationally and regionally, profiting from the experience of those countries that have successfully adopted rational energy use policies, in order to take action that will better the world as a whole. There is much room for international cooperation and it is evident that both the countries of the European Economic Community and the United States and Canada - to mention but a few - have the responsibility to allow energy savings programs in Latin America to be undertaken within the context of our own energy culture, utilizing our own capacities to the utmost.

ULISES RAMIREZ O.
EXECUTIVE SECRETARY

CONSIDERATIONS FOR RATIONAL USE OF ENERGY IN LATIN AMERICAN INDUSTRY

Cornelio Marchan

DIRECTOR OF ECONOMIC STUDIES AND
ENERGY PLANNING, OLADE

Ramon Flores

HEAD OF ECONOMIC STUDIES, OLADE

1. INTRODUCTION

From the time of the Lima Agreement in November 1973, on up through the Pronouncement of San Jose in July 1979, and the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE) in November 1981, the Ministers of the OLADE Member States have insisted on the need to rationalize energy production and consumption.^{1/}

In speaking here of rationalizing the production and consumption of energy, we are not referring to a reduction in national production or consumption. To foresee the rational saving of energy in low-consumption societies is equivalent to proposing that economic and social backwardness be maintained for peoples who have neither the possibility, nor a moral obligation to the world, to reduce their consumption.

By rationalization in Latin America, we understand in this paper the political, technological and organizational process by means of which a country fits the production structure of its energy sector to its resource endowment and to elementary efficiency criteria, and its consumption patterns to its supply structure, to its level of development and to principles of fairness, so that the limited amounts of resources available to it can satisfy the needs of its own economy and can assure for each citizen the minimum quantity and quality of energy necessary for the productive integration of society.

^{1/} See OLADE, "Lima Agreement", "Pronouncement of San Jose", pp. 4 and 6; Latin American Energy Cooperation Program, pp. 6 and 19.

Defined in this way, energy rationalization covers four fundamental aspects. First of all, conservation, in order to obtain a greater output from each unit of energy utilized, or less consumption per unit of production or well-being. Secondly, adjustments of the energy system to the national or regional resource endowment through an appropriate combination of sources; and this appropriate combination may or may not entail the direct substitution of one source for another. Thirdly, the just sectoral and geographical redistribution of energy consumption, in order to make it compatible with the development objectives and the prevailing criteria of social equality. Fourthly, the gradual shift of the economy towards a development style compatible with the true potential of the region and its countries.

In order to comprehend this concern, it is useful to analyze regional energy development as of 1973, when the first increases in international oil prices began to modify the world panorama.

During the 1973-1982 period, Latin America's energy consumption experienced a very satisfactory growth rate, if judging by the experience of other groups of countries and of the world as a whole. Indeed, during this period regional consumption rose by a cumulative annual rate of 3.4 percent, i.e., five times that of the United States and Canada, four times that of Western Europe, and three and a half times the rate of expansion of world energy consumption. Even though this growth began to slow down beginning in 1979, it was on the order of 2.0 percent during the

1979-1982 period, higher than the worldwide rate, four times higher than that of the planned-economy countries, and markedly in contrast to the negative evolution recorded in industrialized countries.

Nevertheless, despite the dynamism attained and the progress made in periods in which the international economic crisis has hit the region hard, total energy consumption per inhabitant was only 1050 KOE in 1981, less than one fifth that of the OECD countries. Furthermore, if biomass were excluded in its traditional forms (firewood, bagasse, etc.), the 1981 per capita consumption of commercial energy would be barely 830 KOE, less than one sixth of the average of the industrialized market-economy countries.

Thus, to maintain a rapid growth of energy consumption constitutes an imperative for development and social progress in Latin America. It is not a simple imperative. In order to maintain constant consumption growth, massive action is required to increase supply, whether through domestic production or imports.

Between 1973 and 1981, Latin America's commercial primary energy production grew at a rate of 3.9 percent, a very acceptable pace if compared with the rates of world expansion and those of the groups of industrialized countries. Furthermore, due to the increase in Mexican oil production of the 1979-1982 period, when world production and that of most of the world regions and groups of countries was dropping, that of Latin America grew at a rate of 7.2 percent, the highest in the world.

However, in order to maintain this rhythm of expansion of capital-intensive production when foreign exchange is scarce, Latin America has had to make major efforts. In most of the regional countries, net energy importers, the foreign exchange to import fuel competes with that needed to rapidly expand internal energy production. 2/ For these countries to

maintain a rapid expansion of their national energy systems in a period of growing international inflation, and declining international prices for their raw materials, has required sizeable flows of external capital.

Now suppose, as a simple exercise, that the energy demand would no longer grow at the historical rate of 3.4 percent of the last ten years, but rather at a cumulative annual rate of 7.3 percent, i.e., at a per capita rate of 3.5 percent for consumption growth per inhabitant. With this rate of growth, extraordinary but unreal, Latin America would still need to wait until the year 2000 in order to attain the 1980 per capita consumption levels of Spain, one of the European countries with the lowest per capita consumption rates. Here it is worthwhile to note that Latin America does not expect to equal the per capita consumption of the industrialized countries, for it would entail substantial changes in its development styles.

The current objective incapacity of Latin America to overcome, in the short term, its low levels of consumption - while maintaining high rates of growth for the same - and the costs and constraints for the expansion of production at rates much higher than the historical ones, demand that each unit of available energy be utilized and that each unit be produced in the most rational way, so that a limited energy supply could be supported by efforts geared to development and social justice, and so that production inefficiencies would not become a stumbling-block to the sector's development and thereby to the economy as a whole.

The energy challenge of the region is therefore evident. On the one hand, it is necessary to maintain a high rate of production and consumption. On the other hand, each unit of energy must be produced and consumed as rationally as possible. This dual challenge appears clearly outlined by the XII Meeting of Ministers held in Santo Domingo, as noted by the basic document of the Latin American Energy Cooperation Program, which reads as follows: "the fundamental objectives of the PLACE consist of linking the production and use of energy to the goals of autonomous, sustained

2/ Among the oil-importing countries of Latin America in 1973, the energy bill accounted for 10 percent of their revenues from exports; in 1983 this figure hit 34%. For some of them the cost of imported energy consumes more than half of the value of their exports.

development; expanding and diversifying the energy supply and the scientific and technological capacity, and rationalizing energy production and consumption". 3/

2. GLOBAL ENERGY PRODUCTION AND CONSUMPTION

Before embarking on an analysis of energy consumption in Latin American industry, and the efforts made in the region to rationalize the production and consumption therein, it proves useful to study, somewhat superficially, the energy structure within which industrial consumption is found.

Both the energy production and consumption of Latin America rest on oil. The regional economic structure has been oriented fundamentally towards the internal adoption of production patterns from the developed countries. Thus, industrial development has been based on a massive and indiscriminate use of low - priced oil, thereby stimulating energy development that has been incongruous with this region's endowment of natural, human, and financial resources of this region.

Nevertheless, although in 1980 the share of oil in regional energy production went as high as 55 percent, as opposed to 16 percent for gas, 14 percent for biomass 12 percent for hydroenergy, and less than 2 percent for coal, this share fell well below the 1970 figure of 64 percent - due not to a drop in oil production, but to the national efforts at increasing the production of alternative sources. 4/

Meanwhile, on the consumption side, the participation of oil was maintained between 45 and 48 percent over the last decade, although there are signs that this participation began to decrease as of 1980 as a

3/ See OLADE. Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), Santo Domingo, 1981, - pp. 6

4/ Thus, during 1972-82, the 2.8% cumulative annual growth rate for oil was a very satisfactory rate, judging by international indexes, but far below the 6.4% for coal, 6.6% for gas, and 9.5% for hydroenergy.

consequence of the world recession and the impact of alternative sources on primary energy consumption structure. Indeed, hydroenergy (with 15%), gas (with 15%) and coal (with 3.5%) have started gaining a foothold in global energy consumption. 5/

In order to evaluate the reaction of regional oil consumption to price increases, it is worthwhile to take the following elements into account:

In the first place, the Latin American countries, due to their low economic and technological levels, cannot reduce their energy consumption, except at the expense of lower economic growth rates. Due to the fact that their technological options are scarcer and their per capita consumption lower, they have little room to adopt energy conservation and savings measures. In other words, their energy demand is not elastic in the face of price variations.

Parallelly, up until the mid-1970's, the oil price hikes coincided with important increases in the prices of other basic raw materials within the economies of many of the regional countries. This permitted a certain amount of recovery in the terms of trade of those countries, thus alleviating the pressures on the balance of payments and on the fiscal economy, which, in turn, facilitated for the governments the handling of this crossroads situation.

In the second place, the transformation of the productive apparatus and of energy consumption takes time. For economies highly dependent on oil, the alternatives were to maintain imports or reduce consumption.

In the third place, Latin America is not only a net exporter of oil; three - fourths of its largest economies (i.e., Argentina, Mexico, and Venezuela) are self-sufficient or are oil exporters, as are four of the other economies (Peru, Ecuador, Bolivia, and Trinidad and Tobago). For these countries, the substitution or reduction of oil consumption for energy purposes and its use for "nobler" ends is, as in the other countries

5/ See OLADE, Energy Balances for Latin America, 1980

of the region, a national objective. Nevertheless, the emphasis on oil substitution has been lesser than in importing countries.

Moreover, the oil price increases led to increased exploration and exploitation. For the exporting countries, the economic prosperity generated by oil prices produced an immediate rise in energy consumption. Since they possessed oil, it was obvious that this sudden increase in demand would be satisfied with hydrocarbons, and not with alternative energy sources. It would take some time before these economies would react and use part of their income from oil to change their internal energy structure.

With respect to the sectorial distribution of energy consumption in Latin America, this shows quite significant changes, which reflect the evolution of the regional economy itself. During the decade of the 1960's, the industrial sector held first place as the largest energy-consuming sector, with 34 percent.^{6/} The residential, commercial, and public sector, on the contrary, lost some of its share, going from first place to third.

While the growth of industrial sector participation represents a very positive trend in a developing region, the same cannot be said for the growth of transportation consumption. The latter reflects very well the major contradictions in the economic development of Latin America; consequently, the rapid growth of its consumption can equally represent the dynamization of production or waste. In any case, this rapid growth of consumption in the transportation sector explains the important share maintained by oil in regional consumption structure. The sector depends almost exclusively on oil derivatives and absorbs nearly two-thirds of all of the oil consumed in Latin America.^{7/}

6/ This regionally valid criterion ceases to be so without the participation of Argentina, Brazil and Mexico, so that the residential, commercial and public sector would become the main consumer.

7/ See OLADE. "The 1982 Energy Situation of Latin America", pp. 45.

It is worthwhile to note that the divergence between the tendency of the various sources to participate in production structure and in consumption structure is of a temporary nature; and it reflects the type of asymmetry that must be brought about by the energy transition. However, Latin America's energy production and consumption is undoubtedly oriented toward a combination of sources more in keeping with regional energy potential.

3. ENERGY IN THE INDUSTRIAL SECTOR

During the last decade, the consumption of the industrial sector grew at a cumulative annual rate of 6.7 percent, going from 46,400 TOE in 1979 to 88,400 TOE in 1980, and therefore increased its share in final energy consumption.

Contrary to what is happening in the industrialized countries, existing data show that the energy intensity of the Latin American industrial sector is increasing slightly. This trend is logical, since, unlike mature economies, they are entering upon the development stage of large iron and steel, cement and petrochemical projects, etc., which are energy-intensive. It is plausible to suppose that, despite the crisis, emphasis on the development of industry will continue during the rest of this century, with its subsequent implications for the energy intensity of the sector.

3.1 Energy Optimization in the Industrial Sector

By optimization, we understand herein the group of measures geared to upgrading efficiency in use, whatever the source may be. As has already been explained, energy conservation does not mean a simple reduction in consumption, entailing a reduction in the levels of production or well-being, but rather a more adequate use, in order to maintain the same levels of production or well-being and even to improve them while consuming less energy.

In Latin America, however, it can be pointed out that the systematic effort to adjust the energy structure to national resource endowment has entailed, in practice, a set of actions to replace oil or to reduce

its participation in future energy demand. The actions conducive to improving efficiency in the production and use of energy seem to have, still, a sporadic nature and little impact in terms of recent application.

It seems that, although to a lesser extent than in other sectors, the reaction of energy consumption in the industrial sector to oil price readjustments has been slow. With few exceptions, until the second hike, national efforts undertaken to use energy more efficiently were negligible. In fact, in 1979, when the oil price increases began to pick up, many countries discovered that their State organization did not have suitable mechanisms to manage a sector whose impact on the economy was already a determining factor. It was then that the problem of energy management began to be important enough to require governmental attention; and, likewise, it was after an adequate conceptualization of the energy sector that the concept of energy optimization acquired a certain amount of relevance.

One of the consequences of this lack of interest in conservation programs is the lack of statistics on energy consumption by the various branches of industry, to be fed into a national information system on energy use. The national data available are limited to isolated studies on given branches; but in these isolated studies, important potentials can be observed for a serious paper on conservation.

The only exception of systematic work to be had in Latin America could be that of Brazil, where the State has been working since 1978. In one study on consumption and energy behavior in the industrial sector, which included more than 2200 firms, the National Petroleum Council of Brazil found that in 1979 the potential for energy economy in the companies studied was 26 percent, without any need for important changes in processes, i. e., on the basis of more careful administration of energy and certain technical adjustments.

After one year of work on conservation, the potential had dropped by 6.2 percent, whereas energy

efficiency had improved by 7.2 percent, proving that once the rationalization process begins, new conservation possibilities tend to appear, until a threshold is reached.

One of the results of Brazilian surveys was that energy consumption is concentrated in a few branches of industry and, within these, in a very small number of firms. Some two hundred firms consume 65 percent of the energy in the industrial sector, and the 1000 companies having the largest consumption absorb 90 percent of the energy destined to industry.

The result of these studies and of Brazilian conservation measures, even when the peculiarities of that nation are considered, seem to confirm the existence of a conservation potential in regional industry and a real possibility for tapping it. They also confirm that the initiation of a conservation program can prove feasible when a relatively small number of firms concentrate a high percentage of consumption. From Brazil's experience it could also be concluded that in the regional economies, some few dozen firms carry the same weight, percentage-wise, within energy consumption. The concentration of efforts in these few enterprises, even with limited resources, could make it possible to launch a first stage of a national energy conservation program in the industrial sector.

One of the most relevant elements of the Brazilian process has been the firm participation of the State in creating mechanisms that will arouse interest and willingness in thousands of actors in the rationalization process. Without such State participation, the internal structure of the Brazilian economy would have discouraged this process.

3.2 Energy Consumption in the Industrial Sector

The composition of industrial sector consumption underwent important modifications during the last decade. Electricity and coal increased their participation at the expense of oil and biomass.

LATIN AMERICA: PERCENTAGE DISTRIBUTION OF INDUSTRIAL SECTOR CONSUMPTION BY SOURCE

	1970	1980
Coal and Coke	8.4	9.1
Biomass	10.4	9.5
Gas	20.6	22.8
Electricity	10.2	14.3
Others	4.1	3.5

Source: OLADE.

These modifications, however, constitute the beginning of a process to restructure the energy profile of Latin American industry, where, despite the difficulties, some countries are already making important efforts at using other energy sources in industry.

Biomass, which was the number one source of energy in regional industry, is being recovered in order for it to be converted into an energy form of broader use. In several countries, actions are being undertaken to improve charcoal production and to use it in the mining and metallurgy industry and in cement production - in some cases directly and in others, mixed with coal or fuel oil.

In the sugar industry, where bagasse was substituted for oil, the former is not only used again for auto-generation of steam and electricity; in many sugar-producing countries of the region, projects have been carried out, or are now underway, to use bagasse more efficiently so that the surplus can be used to generate electricity in other industries. In Brazil, the energy consumption of ethyl alcohol went from 0.5 million cubic meters in 1976 to more than 4.0 million in 1982, replacing the equivalent of 53,000 barrels of oil per day in transportation.

Other biomass elements which had been neglected, such as the residues from rice mills and sawmills, are being tapped to satisfy the energy needs of the very industries that generate them. Likewise, rice straw and other wastes are finding uses in the cement industry.

As for coal, the development of the non-ferrous mineral industry, and the conversion of cement plants are bettering its share in industrial sector consumption. The process is slow, and it is concentrated in the largest countries of the region.

Furthermore, the use of natural gas is growing. The ease of its handling and its availability in the region's oil countries will permit its more intense use in the future.

Finally, electricity, with an impressive amount of possible uses, is being exploited by industry to substitute those forms of energy that are scarcer or harder to handle. To the traditional use in generation of electromotive power can now be added electrothermics in boilers, ovens, dryers and other industrial elements. In spite of the fact that during the last two decades production grew at a cumulative annual rate of 8.8 percent, the per capita electricity consumption of Latin America barely surpassed 2000 KWh, which demonstrates the fact that there is an immense capacity for potential use in the region.

The interest in electricity is not only due to its diversity of uses but also to the diversity of primary energy sources of national origin from which it can be generated. This diversity can be noted in the changes observed in the composition of sources used in electricity production during the 1970-1980 period. Hydroenergy has gained a large share over thermoelectricity; and already by 1980, 58 percent of electricity was hydro power. It is estimated that for 1982 this participation exceeded 60 percent. Other sources, biomass, geothermal and nuclear power, have a very small participation in regional electricity production.

LATIN AMERICA: ELECTRICITY PRODUCTION (MILLIONS OF kWh)

	1970	1980	Growth Rate	
			1970 - 80	1970 - 80
Thermal	78630	0.49	154260	0.41
Hydro	81450	0.51	214348	0.58
Others	46	0	3630	0.01
TOTAL	160126	100	372238	100
				8.8%

Source: U.N. Yearbook of World Energy Statistics, 1979, 1980.

These figures, however, do not reflect the changes in the composition of sources that is now occurring in the region, since long lead times and execution periods have kept the large projects initiated in the last decade from having much impact on the balance.^{8/}

Despite the difficulties in obtaining funds for hydroelectric projects, there is no doubt that this source will play a very important role in Latin American energy structure by the turn of the twenty-first century. The low per capita electricity consumption indexes, the sparse coverage of such services within the region, the possibilities for intensifying the use of electricity in industry and transportation, regional experience in planning and executing hydro power projects and the Latin American capacity for producing capital goods for this type of project, have made hydroenergy one of the strategic cornerstones of regional energy development.^{9/}

In addition to the efforts made to replace oil by hydroenergy, the actions of Brazil and Colombia, in using coal for electricity generation, deserve to be mentioned. In some Caribbean countries there exist projects to convert oil-based thermal plants to coal and to expand the electric power system on the basis of this source. Colombian coal projects are increasing the feasibility of the national programs.

In El Salvador and Mexico important geothermal projects are underway. In other countries such as Nicaragua, progress is being made in the formulation of geothermal - based electric power projects.^{10/}

3.3 Rationalization of Consumption Distribution

Energy being an indispensable element in a country's economic and social development, and given the low levels of consumption and the difficulties in

overcoming these levels in the short term, energy distribution constitutes one crucial component in the rationalization problem.

Insofar as this aspect, the Ministers of Energy of Latin America have noted that "The increases in supply should be destined to meeting real development requirements, not to covering unnecessary consumption, within the region or outside it".^{11/}

There are two aspects to rationalizing distribution which must be considered. First of all, the distribution of available energy among the different consumption sectors and subsectors should follow an order of priorities defined by the country's requirements and level of economic development. Both energy production and importation require sizeable amounts of scarce resources. In the Third World countries, these resources earmarked for energy have to be distributed among different sectors so as to accelerate national development and to provide each one of the social groups with the energy needed to satisfy its basic needs. Moreover, it is important to promote energy planning and policy-making systems making it possible to attain the objectives laid out.

Second, the process of energy rationalization consists of distributing energy supplies in accordance with the regional development strategies of each nation. Even when data are scarce, they seem to point to the fact that the distribution of the energy supply is a factor that has been providing incentives to the process of economic and population concentration that characterizes Latin America.

As has already been seen, the assessment of energy consumption by sectors shows encouraging signs in terms of the participation of the productive sectors in global consumption, even when this improvement has not been the result of a deliberate rationalization process for distribution.

Furthermore, while the distribution of consumption has not been explicitly dealt with in the region, many

8/ See OLADE, "The 1982 Energy Situation of Latin America," pp. 21

9/ See OLADE, Hydro Power: Energy Alternative and Industrial and Financial Challenge for Latin America, 1981.

10/ See OLADE, Energy Bulletin, nos. 20 and 22

11/ See OLADE, "Pronouncement of San Jose", 1979

of the measures taken by the countries point in that direction. The tariffs system and the price differentials for hydrocarbons reflect an intention to favor given consumption sectors and subsectors and/or to penalize others. The systematization of this process of discrimination will have to form part of the energy rationalization policies of many of the Latin American countries.

3.4 Changes in Development Style

For Latin America, one of the major accomplishments of the oil price hikes was the radical questioning of an imported dependent development style wherein production and consumption structures did not correspond to resource endowment and income levels.

Now it must be sought to readapt the economy and lifestyles to the internal possibilities of the region and the regional countries, i.e., the region must "find itself" and learn about its own reality through the global process of rationalization of the whole economy. This process will necessarily have to be slow and complex, and rationalization of energy production and consumption will be a fundamental element.

4. ECONOMIC STRUCTURING AND RATIONALIZATION

As of 1973, with the joint decision of the oil-exporting countries to reassess a non-renewable raw material, which until then had been the basis for sustaining a wasteful energy development style, an era began in which solutions must be found towards a transition to other, new and renewable sources.

The repercussions of the oil price hikes occurring in the past decade have made the countries become increasingly aware of the importance of the conservation and replacement of a resource that tends to become depleted; thus, the imperative to seek energy planning schemes geared to eliminating the uncertainty brought about by pricing within a "free" market structure. At the same time, the oil price increases have provided an argument to the industrialized countries, to blame the exporters for the current economic crisis, though the

ill-termed "energy crisis" is only one of the manifestations of the same and of the development style followed, which gave rise to important deformations in Latin America's production structure.

The interrelationship between economic activities and energy is necessary in developing an effective policy to rationalize energy production and consumption since the possibility of energy rationalization for a sector must be sought within a process of rationalization of societal life.

On the other hand, while the industrialized countries are the major hydrocarbon importers, the effects of the so-called "energy crisis" are lesser for them than for underdeveloped countries, since they have more diversified energy balances; moreover, their economic and technological capacity permits them to cope more easily with the oil shortages and oil price increases.

If these ideas are borne in mind, one can analyze the responses given by the OECD countries as regards oil prices; and one can discover that these responses have no novel elements. They are typical reactions from economies that have managed to accumulate immense amounts of capital and technical knowledge, that possess very diversified productive structures, and that have the capacity to react to changes in terms of costs and prices. This reaction, in its potential economic and technological aspects, would be produced in the face of any similar situation with any other basic raw material.

4.1 Energy Rationalization in Latin America

The regional situation is quite different, and these differences should be grasped in order to formulate policies which, based on Latin American reality, will make it possible to surmount the frustrations generated by imitative solutions. Furthermore, these differences have to be understood in order for the advances made by the region to be adequately assessed in the process of energy rationalization. The reaction of an economy to price changes for a basic input fundamentally depend on the productive structure and on its sensitivity to changes in costs. The necessary protection

of a national enterprise in the face of competition from transnational monopolies, price controls established to make certain inequalities less serious and State industry itself have not evolved suitably to sustain their own objectives within acceptable levels of efficiency. The slight emphasis of the State on attaining more effective functioning of the markets has not only jeopardized the necessary assessment of these basic instruments for the development of Latin American economies, but has also permitted that cost increases be passed on automatically to the consumer, without the producer feeling obliged to generate innovative responses allowing for reasonable adjustments to the new situation.

Under these circumstances, pricing policies, being an essential element of energy policies, prove to be quite limited; they should be designed with the utmost care in order to avoid becoming new elements of distortion in the region's economies.

Furthermore, the region suffers from serious financial constraints. As of the end of the fifteenth century, Latin America became one of the major producers of wealth in the world. Unfortunately, that wealth has always belonged to someone else, thus creating the paradox of a region wherein the more it saves, the less it accumulates, since the sacrifice of its peoples is transformed into earnings abroad.

Even though there are significant prospects for rationalization without large investments, it is unquestionable that for the region this financing constitutes a real obstacle for the execution of important conservation projects.

As for substitution, we should not lose sight of the fact that such a process can be capital-intensive. The investment made in replacing one gallon of oil per year by means of hydroelectricity requires between 250 and 300 dollars for generation alone, i.e., without including the investments it would be necessary to make so that industry would be able to use that electricity instead of oil or oil derivatives. To replace oil by coal, gas, or biomass can require investments of different magnitudes, but in all cases, important

ones and the investment projects in this field will have to share the scarce funds available with other projects. This makes it difficult and complex to finance the investments that will be required for substantial changes in the industrial park.

The financing problem becomes even more acute due to the levels of debt of the regional countries. The payment of the debt and the limitation of capital flows will also create new restrictions for the rationalization process.

Likewise, Latin America groups economies of different sizes and different degrees of development and of diversification, with a low level of integration among them. For our economies, conservation and substitution can become dynamic elements in investment and domestic production. The hydroenergy, coal, and biomass development projects of Brazil, to cite just one example, have been able to take place with a very high participation by Brazilian technology and industry, and have turned themselves into important driving forces not only exclusively for energy development, but for overall national development as well.

It should also be pointed out that while Latin America possesses large and varied energy resources, their distribution is quite uneven; and this obliges the design of different substitution schemes to orient them to national energy structures.

Some countries do not have enough resources, or the available resources cannot be developed rapidly; thus, they find it necessary to continue importing energy. As has been said, these imports compete for the funds needed for internal energy development and complicate the search for an optimal combination of national and foreign resources which would aid in attaining national objectives. In this regard, the Mexican-Venezuelan cooperation program for energy financing in Central America and the Caribbean, and the Trinidad and Tobago oil facility for some Eastern Caribbean countries, offer examples of cooperation that should be equaled in other parts of the world.

Finally, although a broad gamut of technologies exists, and although others are being developed for

energy conservation or substitution of sources, many of them are not available to all of the countries of the region; or they require resource endowments quite different from those of these nations.

Hence, most the energy technologies developed in Europe and Japan, to conserve or substitute energy, tend to replace energy by capital through processes progressively more refined and costly. For a region with financial difficulties, a capital-intensive technology can cause more problems than it solves.

4.2 Final Reflections

The problems of market structures, financing availability, and energy resource and technology distribution lead to some final reflections as to the process of energy rationalization in Latin American industry. It seems obvious that the development of a rational combination of sources will not be a simple process. On the substitution side, successful efforts at developing alternative energy sources have required enormous amounts of resources to supplant oil.

On the conservation side, the potential in the industrial sector and in other consumption sectors does not matter; the process has a technological limit and economic limit, as of which point consumption leads to a reduction in, or higher price for, production and well-being. The expansion of industrial production requires energy; and while a conservation program may well reduce the industrial growth rate and even industrial consumption, it is a temporary phenomenon, which will gradually disappear to the extent that the program successfully matures.

The energy density of the industrial sector can be reduced, but not the fact that industrial production requires energy and that a growing industrial sector must raise its energy demand.

Thus, it can be concluded that the decisive presence of oil in Latin America's energy supply and demand will continue for many years to come. The countries that do not possess oil will have to act in light of this reality.

Moreover, the conservation and substitution projects have to be viewed with the same objectivity as that called for by energy development projects, with due attention granted to the place where these projects can create progress and where ties of dependence can be destroyed or generated. As pointed out previously, not all the countries can utilize investments in the same way to change a process or to develop substitute sources. If the projects are not chosen on the basis of their national repercussions, they can have fewer effects in the countries that execute them than in those that contribute the equipment and technology. Both conservation and substitution can be effective instruments in decreasing dependence, but they can likewise increase it. A project can reduce the consumption of imported energy or can substitute it by national sources whose development can have major internal repercussions. Another can reduce or substitute energy that is not readily at hand, by capital and technology that is not to be had either, shifting the country's dependence from an energy supplier to a capital or technology supplier.

Finally, while in any type of economy, energy rationalization requires active participation by the State, in order to overcome market limitations as well as to provide orientation to the energy sectors, in societies such as those of Latin America, the institutional aspect ceases to be a complement and becomes an essential element in the process.

Without a clear and firm decision by the State, manifested in concrete actions to guide industrial firms, there is no possibility of developing a successful rationalization program. In the case of the electric power sector, public support for the replacement of oil by other sources has indeed been clear and the results, evident. Nevertheless, in other branches of the sector, very few countries have concrete programs capable of producing an impact; thus, the need to formulate integral programs of action in this field.

Neither should we lose sight of the fact that although the region has sufficient natural and human resources, and has the basic technological knowledge to become involved in an important rationalization

process, it seems quite difficult, under the present international circumstances, for energy rationalization to advance rapidly unless the spirit of Latin American cooperation is consolidated through specific projects. Together, the countries of Latin America will be able to surmount many of the constraints now suffered by the process; separately, each one of the countries will find stumbling-blocks difficult to overcome.

The foregoing reflections do not intend to be discouraging, but rather to put the process into its proper perspective. In all of the countries of the region there exists a potential for rationalization which should be tapped as part of the energy development strategies. However, we should not overlook the fact that while this is an important part of the solution to regional energy problems, rationalization is not a "cure-all" for these problems, and its features should be a function of the concrete realities of the region, in order to become an instrument capable of dynamizing the economies and aiding to pull them out of their states of dependence.

This does not mean that in its efforts to rationalize energy production and consumption, Latin America should act "behind the world's back". As the PLACE affirms, "The Latin American countries have to cope with the international economic and energy situation with their own, independent solutions. However, these efforts should be complemented through international cooperation, despite the difficulties derived from the prolonged crisis experienced by the industrialized countries. There is no doubt that intense international cooperation will be mutually beneficial for developed and for developing countries alike".^{12/}

12/ OLADE, Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), Santo Domingo, 1981, pp. 273.

USE OF RICE HUSKS AS FUEL FOR THE CEMENT INDUSTRY: THE CASE OF URUGUAY

Luis A. Baratelli*

1. BACKGROUND

The Uruguayan Portland Cement Company manufactures Portland Cement Type I "Artigas", and masonry cement "Articor". The plant is installed in the city of Montevideo, and its limestone quarry is situated 120 kms. from the plant. It uses the wet process, with a 31% moisture content in the paste.

The clinkers are as follows:

- 3 furnaces with a diameter of 2.74 and a length of 57 meters.
- 1 furnace with a diameter of 2.74/2.50 and a length of 57 meters.

All of the furnaces work with rotary coolers 21 meters long, with a diameter of 2.44 meters.

Heavy Bunker C fuel oil has traditionally been used as fuel. The fuel oil is pumped to the furnace burners at a pressure of 190 lbs/in² and is preheated in a heat exchanger with water vapor, where it reaches a temperature of 125° C.

The water vapor used to preheat the fuel oil is generated in a boiler with a fire tube, and the boiler also runs on fuel oil.

Uruguay has not yet discovered oil within its territorial limits; therefore, all of the oil derivatives are currently the result of refined crude oil, 100% of which must be imported. Thus, it can be understood why the maximum authorities of the nation are

attempting to have the country's industries save as much as possible in the use of oil derivatives.

2. THE PROCESS FOLLOWED IN THE USE OF RICE HUSKS

In seeking a substitute for fuel oil from among those potential fuels produced by the country itself, we have concluded that rice husks offer several advantages:

- 1) They can be obtained in sufficient quantities.
- 2) For use, they require no prior preparation such as grinding.
- 3) Chemically, they offer no major drawbacks.
- 4) Some 12,000 tons/year can be obtained from a rice mill located in Montevideo, 5 kms. away from the plant. This compensates the negative effect of high transport costs, since its specific weight is extremely low (0.13 kg/m³).
- 5) The total of husks available per year would amount to some 20,000 tons.

Another 8,000 tons, which can be added to this Montevideo figure, would come from the interior of the country, from different sites between 230 and 330 kms. away from the plant.

Unfortunately, due to its seasonal nature, there is only an adequate, running supply during about 7 or 8

months of the year; and given their characteristics, there is no way to store the husks to cover the other months. Furthermore, their low specific weight makes transport from distant places quite expensive.

We looked for precedents and bibliographies on the use we were thinking about giving rice husks as fuel in clinkers, but we could find none. Only through third parties could we become familiar with a similar experiment in a factory in the State of Goias in Brazil. In our own laboratory, the following analyses were done:

Losses due to calcination at 1,000°C	80.5%
Ash	19.5%
Chemical analyses of the ash:	
SiO ₂ plus insoluble agents	93.80%
Al ₂ O ₃	0.15%
Fe ₂ O ₃	0.40%
CaO	0.57%
MgO	2.00%
	96.92%

The moisture from the husk, as received, is 10-12%, although it would appear to be dry.

Upper calorific value: 3030 Kcal/kg
Lower calorific value: 2712 Kcal/kg

The heavy fuel oil used in the plant has a lower calorific value of 9654 Kcal/kg, making a theoretical fuel oil - to - rice husk ratio of 9654/2712 = 3.56; in other words, from the standpoint of calories contributed, 1 ton of fuel oil = 3.56 tons of rice husks. The husks are received by trucks that dump their contents under a covered shed having a 36-ton capacity, or else, out in the open where a front loader piles the husks up to a height of some 3 meters. Logically, the rice husks left out in the open get wet when it rains, but this does not present any major difficulty if good winds are available.

The husks piled up out in the open come to have a water content of 25%, which obviously affects the

thermal efficiency of combustion, but not so its process in the insuflation equipment. Thus, it would not be worthwhile to exaggerate the amount of husks in stock. Since the husk combustion ash (19.5%) is made up of 93.8% silica and remains incorporated in the clinker, the carbonate content of the raw mixture should be increased and, logically, this means an increase in the amount of husks used, thus, (for strictly chemical reasons) increasing the amount of calories necessary (from fuel oil + husks) per ton of clinker.

When 17% of the fuel oil is substituted, the carbonate of the mixture must be increased by 1%. This, together with the fact that air is insuflated--in this case, entering the furnace with a temperature of approximately 180°C--makes the calorie consumption greater than that when only fuel oil is used. In this case, the increase was about 3.5%; but this is more than made up for by the fact that the calories contributed by the husks are cheaper.

The need to use mixtures richer in carbonates can be an important obstacle for the use of this type of liquid fuel substitute, since it determines not only a more rapid depletion of the raw material reserves but also demands from them chemical characteristics more difficult to find in regular deposits.

SUMMARY OF THE USE OF RICE HUSKS

YEAR	TONS OF HUSKS USED	FUEL OIL REPLACED	% OF FUEL OIL REPLACED IN THE YEAR
1980 (as of Sept.)	1,167	328	1%
1981	10,332	2,990	7.8%
1982	14,424	4,052	13.1%

3. EQUIPMENT USED FOR INSUFLATION OF RICE HUSKS

The equipment used is exactly alike for furnace installations Nos. 1-4 and 2-3.



Each one of the two installations consists of the following elements:

- 1) A hot air intake (400°C), from the head of one of the coolers.
- 2) A cyclone to remove dust, with automatic discharge to a car which periodically (once every three hours) unloads into a clinker elevator nearby.
- 3) A 9" tube that carries the hot, dust-free air to the fan. This tubing is thermally insulated so that the hot air extracted from the head of the cooler reaches the fan at some 200°C (the ventilators used are standard). In each hopper (bin) there are two ventilators, one for each furnace. The ventilator has the following rated features: $30\text{NM}^3/\text{min}$. with a 15-HP engine, 40 amp. This ventilator works with a partially-closed air gauge, in order to have the minimum air flow necessary to transport the husks. When operating, the ventilator's engine has 22 amp.
- 4) The husks are moved with a front-loading bucket having a 2-m^3 capacity, from the shed or from the outside, uncovered pile, from distances of 10 or 100 meters, respectively.
- 5) The bin has a 5-ton capacity and in the lower part it has two threaded conveyors with a diameter of 200 mm., with unloading on both sides of the bin. Each one is run by a 2-HP engine which unloads the husks onto a Venturi, where the ventilator sends high-speed air.
- 6) Then, 6-in. pipe transports the husks into the head of the furnace. The entry of the insuflated husks is located symmetrically to the position of the main burner, with relation to a vertical axis of symmetry for that same head. (At present, we are thinking about replacing the ventilators by high-pressure blowers with a smaller air flow).

The speed of rotation of the unloading conveyors for the bins is achieved by varying the pulley V-belts

that run them. In this way, the amount that each of these transports carry can vary from 430 to 1,060 kg/hr.

The largest amount of husks that we have managed to insuflate, while maintaining an economical operation and not affecting the quality of the clinker produced, has been 800 kg. of husks per hour, in each furnace; this means a figure of 17% for the heavy fuel oil replaced.

Since the insuflation of the husks is accomplished using an installation and burner different from the main fuel oil burner, when for some reason the insuflation must be sporadically interrupted, it is only necessary to remove the burner from the husks and to increase the amount of fuel oil through the main burner.

4. ENERGY BALANCE

Let us look at the energy balance for the case of an average annual substitution of 13% of the fuel oil by husks, which is the current situation.

- lower calorific value (net) of the fuel oil = 9654 Kcal/kg.
- Lower calorific value (net) of the rice husks = 2712 Kcal/kg.
- For annual consumption (using only fuel oil) = 40,000 tons.

Replacing an average of 13% of the fuel oil and assuming a 3.5% increase in the total consumption of calories, the following fuel oil and husk consumption results:

$$40,000 \times 1,035 \times 0.13 = 5,382 \text{ ton of fuel oil replaced per year.}$$

$$5,382 \times \frac{9,654}{2,712} = 19,158 \text{ tons of husks used per year}$$

The supply of husks would be:

12,000 tons from Montevideo, 5 kms. away from the plant
7,158 tons from the interior of the country, 300 kms. away.

Fuel consumption by trucks, assuming that they return empty to the husk-loading area:

Unit consumption = 30 liters of gas-oil/100 kms.

Amount transported per trip from Montevideo: 4 tons, from 5 kms. away, for a total cycle of 10 kms.

Amount transported per trip from the interior of the country: 14 tons, from 300 kms. away, for a total cycle of 600 kms.

$$\text{Gas-oil consumption}_{\text{Montevideo}} = \frac{30 \times 10 \text{ lt.}}{100 \times 4 \text{ tons}} = \frac{0.75 \text{ lt. gas-oil}}{1 \text{ ton husks}}$$

$$\text{Gas oil consumption}_{\text{interior}} = \frac{30 \times 600 \text{ lt.}}{100 \times 14 \text{ tons}} = \frac{12.85 \text{ lt. gas-oil}}{1 \text{ ton husks}}$$

Since the gas-oil consumption of the front loader that feeds the insulating hoppers for the husks calls for 70 liters per day, in one year it will consume $365 \times 70 = 25,550$ liters of gas-oil.

Therefore, the total gas-oil consumption for the transportation of the husks to the plant and within the plant will be: $100,980 + 25,550 = 126,530$ liters per year, or approximately 115 tons per year. As the fuel oil savings is 5,389 tons per year, then the gas-oil consumed by transportation and handling of the husks amounts to 2.1% of the gross fuel savings.

5. ECONOMIC BALANCE

The use of rice husks has given rise to the following variations in operational costs:

SAVINGS

Current cost of 10^6 Kcal of fuel oil	U.S. \$14.65
Current cost of 10^6 Kcal of rice husks, based on a 75% supply from Montevideo and 25% from the interior of the country	4.54
Current cost of 10^6 Kcal for the replacement of an average 13% of fuel oil calories by rice husk calories	13.33

Partial incorporation of ash from rice husk combustion in clinker production.

ADDITIONAL COSTS

Increase in consumption of calories in the clinker production process, by burning rice husks in a 13% proportion	3.5
Labor (front - loader operator and equipment caretakers)	N\$ 3.50/ton of clinker
Electricity	1.10/ton of clinker
Operating costs of front loader	3.00/ton of clinker
Operating cost of insulation equipment	0.20/ton of clinker

Note: N\$ 33 = U.S. \$ 1.

6. CONCLUSION

Considering the savings and additional costs, and the fact that by manufacturing the necessary equipment in our own workshop - with elements that we already have available in our plant - a low cost of construction was determined (approximately U.S. \$ 40,000); we can say that the replacement of fuel oil by rice husks proves to be attractive and encouraging from the businessman's point of view, despite the much-commented disadvantages of dealing with a seasonal



supply, which would create problems of covered storage, would require better-quality raw material and would suppose a more rapid depletion of reserves.

Nevertheless, and beyond the cold results of a balance sheet of savings and additional costs, we are pleased that through our effort we are contributing to savings in our country's foreign exchange disbursements abroad; and alongside this, to the creation of jobs and investments in firms located within the country.

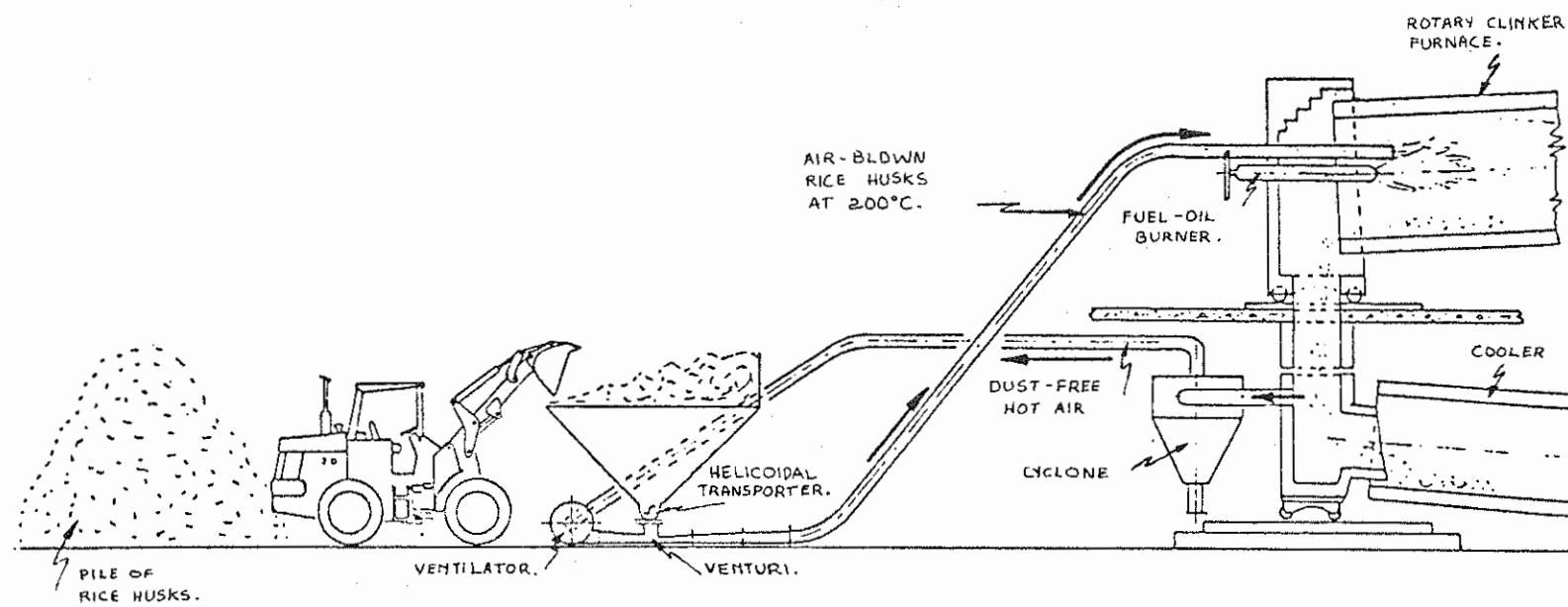
* Vice-President and Production Manager, Uruguayan Portland Cement Company, Uruguay.

COMPAÑIA URUGUAYA DE CEMENTO PORTLAND

MONTEVIDEO

URUGUAY

FLOW-CHART OF THE INSTALLATIONS FOR USING RICE HUSKS AS A FUEL COMPLEMENTARY TO FUEL OIL IN CLINKER FURNACES.



RATIONA L USE OF ENERGY IN THE SUGAR INDUSTRY: THE CUBAN EXPERIENCE

Luis O. Galvez Taupier

VICE MINISTER, CUBAN SUGAR INDUSTRY

INTRODUCTION

Solar energy is one of the major energy reserves available for Man, now on the threshold of the total depletion of fossil fuels, which had been utilized as the main energy source since he learned to use fire. However, by nature, it is not constant during the 24 hours of each day; it varies as a function of climatic conditions, and the ways in which it is received and transformed into useful forms has limited its use. The different ways of using solar energy may follow either of two approaches: one, which concentrates solar radiation by optical means to reach high-enough temperatures and quantities of energy; and one which takes advantage of the potential of solar energy to synthesize biomass through the metabolism of plants which, in turn, are used as fuels, in different ways.

Today many studies are being carried out to show the possibilities of different energy crops like sorghum, sugar cane, wood, etc. In this seminar we are concerned with the possibilities of sugar cane, which, even though it falls far short of fulfilling our total energy requirements, may make important contributions to the energy balance of our countries. The dry matter in sugar cane, when burned, frees 4,000 kcal per kg (7,200 BTU's per pound). On the basis of maximum agricultural yields, up to 200 million kcal can be obtained per hectare per year, equivalent to about 20 metric tons of oil. However, after analyzing the thermal efficiency of cane sugar processing, including steam generation, we reach the conclusion that a first step in the utilization of sugar cane as an energy

source is to take advantage of the reserves we have in our sugar factories. To demonstrate the potential of sugar cane processing is the aim of this paper.

The energy pattern of most sugar factories shows technical approaches dating from the beginning of this century. The Corliss engine had been defined as the best prime mover for cane mills, the main consumer of mechanical energy in the factory. Other types of steam engines were used for other purposes such as pumping, driving centrifuges and crystallizers, and even generating electric power, though for this purpose the use of the steam turbine became standard practice many years ago.

The design pressure and temperature of steam were those which resulted adequate for Corliss engines and for other alternative steam machines, i.e., with pressure in the range of 8 to 10 kg/cm² (120 to 150 pounds per square inch), with no overheating. Most of the existing cane sugar factories were designed with such thermodynamic steam conditions, allowing a good balance between requirements of high-pressure steam for prime movers and low-pressure steam for heating; no fuel was necessary other than the bagasse obtained from the cane.

During the last quarter of a century, many industries using bagasse as their main raw material had been established on the basis of the fact that the bagasse from the boilers of the sugar factory could be substituted by fossil fuel. However, with the outbreak of the energy crisis in 1973, the prices of fossil fuels, especially that of fuel oil, have increased very much,

inducing a rise also in the price of bagasse. In order to tackle this problem, many enterprises started to improve sugar factory efficiency following more or less the experiences of the beet sugar industry, which never had waste to burn and which, even during the periods of low fossil fuel prices had to look for thermally-efficient means of processing. Afterwards, following an analysis aimed at efficient flow sheets, the specialists on this subject have found that not only can the cane sugar industry deliver surplus bagasse, but also that by taking advantage of co-generation, it may be capable of delivering important quantities of electric power.

At present, outstanding engineering and design groups have a new concept of energy patterns for sugar factories, following new approaches oriented toward much more efficient solutions. A highly controversial point which has been raised is that of the pressure and temperature of live steam, since more efficient cycles for co-generation require inexorably high values for these parameters. Further, during the last 30 years, technological developments in the engineering aspects of the sugar mill have broadened the horizons for solutions when handling this question of the high pressure and temperature of live steam. Examples of these developments are the use of steam turbines and modern electric drives in crushing mills; the use of extraction-condensing turbogenerator sets; and the development of high-pressure bagasse boilers.

Generating steam at high pressure and temperature and using efficiently the process steam makes it possible for the sugar factory, after meeting its energy requirements, to be in a position to deliver up to 25 kg of oil equivalent per metric ton of cane ground, in the form of surplus bagasse and/or electricity, that is half as much as that available in the bagasse.

It also becomes interesting to take into account the wastes of the crop which in most cases are lost or burned in the field. If somehow the wastes are brought into the balance, the potential for delivering energy is multiplied three-fold, since the content of dry wastes is twice as high as that of the bagasse. All in all, the cane sugar industry in GEPLACEA countries shows a potential savings of 22 million tons of oil.

ENERGY AND BAGASSE SAVINGS: SOME ALTERNATIVES

As can be inferred from the introduction, the improvements in the thermal efficiency of a sugar factory may be oriented so as to achieve surplus bagasse, surplus electric power, or a combination of the two. The selection of a concrete scheme will be strongly linked to economic and/or social objectives, such as to the growth of a sugar cane derivatives industry (especially one consuming bagasse) and to national energy policy.

The main aspects associated with the energy patterns of sugar factories and their improvements have been dealt with in specialized papers, seminars and conferences on sugar. New patterns have appeared in industrial practice, showing better efficiencies in terms of economy; but due to the features in question, no optimal solution exists. There are various sound solution alternatives, depending on the objectives sought. We will not attempt to define the different alternatives; but starting from a special formulation of the problem, we will show the technical results of a set of given alternatives, among which the following may be considered extreme:

- maximum surplus bagasse, without surplus electric power
- maximum surplus electric power, without surplus bagasse.

It must be pointed out that both of these extreme solutions show high thermal efficiency; the difference lies in the objectives sought in each case: in the first one, bagasse as raw material for other industries; and in the second one, generation of electric power for the national or regional grid, or for other special purposes.

Between these two extremes there exist an infinite number of alternatives, according to the relative weight given to surplus bagasse or surplus power. However, between these two, there is one which may be considered as the third main solution, that is, the generation of electric power by increasing the pressure and temperature of live steam up to technically-safe

The other important element associated with boiler efficiency is the type of furnace. Furnaces burning bagasse in a pile, as do the Dutch, Ward, Martin, etc., require a large amount of excess air over the theoretical figure, up to 100% and more. Furnaces with spreader stokers, introduced 30 years ago, require only a 30% air surplus, thus reducing the energy lost by heating air stoves. Old or new boilers without these gadding stoves, Old or new furnaces with spreader stokers, plus the utilization of slack gases (which no longer allows a safe reduction in slack gases (which no longer of corrosion), down to a minimum of 130°C (266°F). This, plus the utilization of spreader stoker furnaces makes boiler efficiencies increase to 85%; this aspect alone means a reduction in bagasse consumption on the order of 30%.

Old factors and, in many cases, new factors show a very low efficiency, investing between 550 and 650 kg of steam per metric ton of cane.

EFFICIENCY IN THE USE OF PROCESS STEAM

The utilization of economizers and/or air pre-heaters, or the recently-introduced bagasse dryer, heat exchangers, or the reduction of steam consumption on the order of 25%.

The other important element associated with boiler efficiency is the type of furnace. Furnaces burning bagasse in a pile, as do the Dutch, Ward, Martin, etc., require a large amount of excess air over the theoretical figure, up to 100% and more. Furnaces with spreader stokers, introduced 30 years ago, require only a 30% air surplus, thus reducing the energy lost by heating air stoves. Old or new furnaces with spreader stokers, plus the utilization of slack gases (which no longer allows a safe reduction in slack gases (which no longer of corrosion), down to a minimum of 130°C (266°F). This, plus the utilization of spreader stoker furnaces makes boiler efficiencies increase to 85%; this aspect alone means a reduction in bagasse consumption on the order of 30%.

Boiler efficiency accounts for the biggest energy reserve in traditional sugar factories. In most of the old factories which still exist, boilers were supplied without elements for recovering sensible heat from flue gases (such as economizers or air heaters showing already been proven in cane sugar processing, yielding elements which permit increased efficiency. This has as vapor-cells or thermocompressors-these are the throat valve by other balancing elements such prove economical, five and even six may today in evaporators, for heating and boiling; the use of a 320 kg per metric ton of beet. Use of vapor bleeding boiling system) that process steam can be reduced to sophisticated schemes for the heating-evaporation-sugar factories, have proven in practice (through more process parameters closely resemble those of cane For many years, beet sugar factories, whose

The ways to attain different results in each one of the above-mentioned aspects are known by industrial engineers and managers acquainted with the problem of energy in sugar production. The main features of each one are as follows:

These three aspects are inter-related, and their relative importance and suitable levels are given by the main goals required by the energy pattern of the system and its technical and/or economic adequacy.

—efficiency in the use of process steam;

—efficiency of steam generation;

The industrial results of any one of these, three main alternatives, or any other which may arise in that range, are given by a set of factors, among which stability and discipline, and technical conditions of the equipment. For the purposes of this paper, the above factors may be passed over, assuming that the three have been solved adequately. Thus, we can concentrate on the main aspects of thermal efficiency, which control the results of any solution:

higher, with the consequent losses involved in such temperatures on the order of 300°C (572°F) and even 572°C (1058°F) and even flue gases (such as economizers or air heaters showing without elements for recovering sensible heat from old factories which still exist, boilers were supplied without elements for recovering sensible heat from flue gases (such as economizers or air heaters showing already been proven in cane sugar processing, yielding elements which permit increased efficiency. This has as vapor-cells or thermocompressors-these are the throat valve by other balancing elements such prove economical, five and even six may today in evaporators, for heating and boiling; the use of a 320 kg per metric ton of beet. Use of vapor bleeding boiling system) that process steam can be reduced to sophisticated schemes for the heating-evaporation-sugar factories, have proven in practice (through more process parameters closely resemble those of cane For many years, beet sugar factories, whose

Boiler efficiency accounts for the biggest energy reserve in traditional sugar factories. In most of the old factories which still exist, boilers were supplied without elements for recovering sensible heat from flue gases (such as economizers or air heaters showing already been proven in cane sugar processing, yielding elements which permit increased efficiency. This has as vapor-cells or thermocompressors-these are the throat valve by other balancing elements such prove economical, five and even six may today in evaporators, for heating and boiling; the use of a 320 kg per metric ton of beet. Use of vapor bleeding boiling system) that process steam can be reduced to sophisticated schemes for the heating-evaporation-sugar factories, have proven in practice (through more process parameters closely resemble those of cane For many years, beet sugar factories, whose

PRESSURE AND TEMPERATURE OF LIVE STEAM

The generation of one metric ton of steam at high pressure and temperature (85 kg/cm^2 ($1,250 \text{ lb/in}^2$) and 400° C (750° F), for example) requires the same quantity of fuel (bagasse) as the generation of one ton of steam at 9.5 kg/cm^2 (140 lb/in^2) and 327° C (620° F). Steam with the above "high" conditions may generate about 130 KWh, while the "low" conditions may generate only 57 KWh; thus, with the same bagasse burned in the boiler, the amount of power generated can be more than doubled merely by raising the pressure and temperature of the steam.

The above example is enough of an argument for the electric power that can be obtained by going to high conditions of live steam.

The three aspects described above form the framework through which the thermal efficiency of sugar factories may be increased for delivering surplus bagasse and power. The steps taken toward achieving this goal may not be easy to execute, and may even be of doubtful feasibility in some cases. The main obstacle in the path of such increases in efficiency is the fact that the cane sugar industry reached a plateau in its technical development more than forty years ago, and the changes that are now necessary are not easily accepted by the industry.

In order to study the three main alternatives outlined previously, many flowsheets were prepared, and material and energy balances calculated with the aid of a computer. With the results, the data for the different alternatives were graphed, as included herein.

SURPLUS BAGASSE

Due to current fossil fuel prices, the policy of burning such fuels in a sugar factory, to free bagasse for use as raw material in other industries, may induce high costs for the end-products in these industries, which in many cases may become uneconomical. It is easy to show that, in general, it proves more economical to remodel the sugar factory in order to get as much surplus bagasse as possible. A bagasse

market can be expected to develop. Today, the transportation of bagasse in bales or in other compacted forms, such as pellets, cubes, etc., has proven to be technically and economically viable.

The upper half of Figure N° 1 depicts lines showing the surplus bagasse which may be obtained as a function of process steam in the factory for different boiler efficiencies. It can be seen that, if we have a situation where we are using 53 kg of heating steam per 100 kg of cane (a typical index in Cuba's old factories) and where boiler efficiency is 58%, no surplus bagasse is produced; this is the present situation in most Cuban factories. Now if we increase boiler efficiency up to 78% but we do not do anything else in the steam cycle, the immediate result is that we get about 27% of surplus bagasse.

In Figure N° 1 we can also see the influence of the efficiency of exhaust steam used as a heating medium. If we decrease this index from 53%, the usual value for Cuban factories, down to 40%, and if we have boilers with a 78% efficiency, surplus bagasse increases from 27% to 43%.

As far as reductions in the index of heating steam per cane processed are concerned, it is necessary to analyze the whole cycle since steam goes through the prime movers to the process as the heating medium, and when coming through the machines, it delivers the total mechanical (electrical) energy required in the factory. Thus, when improving the efficiency of steam use in process, it becomes necessary to increase the steam conditions as generated in the boiler, in order to guarantee satisfaction of mechanical energy demands in the factory.

The lower half of Figure N° 1 depicts lines showing the dependence of the temperature and pressure of high-pressure steam as generated, for different steam-heating demands. In this figure it can be seen that at the normal index of 53 kg of steam per 100 kg of cane, common in Cuba's old factories, the pressure required at the entrance of the machines is on the order of 8.0 kg/cm^2 (120 lb/in^2) and temperature is close to that corresponding to saturation.

CO-GENERATION

Between the approaches of maximum surplus bagasse and maximum surplus electric power, there is the alternative of co-generation, pure and simple, that is, generation of electric power at the maximum value possible with process steam, without burning bagasse to produce additional steam over and above that required in process, for this would entail the use of extraction-condensing turbogenerator sets. This goal can be achieved by increasing the pressure and temperature of live steam to the maximum allowed by techno-economical conditions.

In Figure N° 2 the computations for four typical conditions of steam in the world sugar industry have been graphed. The electric power values shown are those obtained after subtracting the demand of the factory. An example will aid in understanding this alternative.

With a demand of 400 kg of process steam per metric ton, that is, heating steam equal to 40% cane, under conditions of 18 kg/cm² and 343° C, 39% of the total bagasse produced can be obtained as surplus.

Additionally, 8 KWh per ton of cane be obtained as surplus power. If the live steam conditions are increased to 58.8 per cm² (850 psig) and 454° C (850° F) with the same process steam demand as before, the surplus bagasse obtained is on the order of 35% of that produced, and power delivery 29.5 KWh per ton of cane. The additional 21.5 KWh per ton of cane are produced from an increase in burned bagasse (about 12 kg or 2.2 kg of oil equivalent), which means about 106 g per KWh, a value much lower than the best obtained in oil-based thermo-electric plants (220-240 g oil per KWh).

Co-generation is an efficient way of producing electric power and, at the same time, it permits important quantities of bagasse for use as raw material in other industries.

In Figure N° 2 many combinations are shown. It can be seen that as the interest in electric power

increases, the efficiency requirements for the use of process steam will be lower. The large direct influence of the pressure and temperature of steam on surplus power can also be seen, with the optimum being determined by investment and operational considerations; and, inversely, there is a low influence of the pressure and temperature of steam on surplus bagasse.

One last worthwhile note is that when moving to the right along the line from zero surplus bagasse, up to the lines corresponding to different steam conditions, the points of intersection represent the maximum surplus electric power that can be delivered without using extraction-condensing turbogenerators.

SURPLUS ELECTRIC POWER

The case of surplus electric power is that in which no surplus bagasse is obtained. The main question in this case is how to reduce the heating steam's percentage of cane as much as possible so that what could be obtained as surplus bagasse would be burned to produce excess steam over and above that required for heating-steam, which would then expand in condensing turbosets.

The calculation of surplus power for four levels of steam conditions are shown graphically in Figure N° 3. The lines coming up to the right show the surplus power generated.

Both lines of every steam condition are cut where the heating steam's percentage of cane is the total that can be generated with the bagasse produced.

Taking as an example the same case we saw in the co-generation alternative, it can be seen that at 58.8 kg/cm² and 454° C, 29.5 KWh per ton of cane can be produced by co-generation and 76.5 KWh per ton of cane if all the bagasse produced is burned. The additional power generation from the 35% surplus bagasse we should get with pure co-generation. It means that these additional 47 KWh per ton of cane are produced at a rate of oil equivalent of 440 g per KWh, about 60% higher than in modern, efficient oil-based plants.

The economic analysis of this alternative strongly depends on macro-economic criteria, so it is needless to delve any further into our analysis.

STEPS TAKEN AND THE CURRENT STATUS OF THE ENERGY COOPERATION PROGRAM AMONG GEPLACEA MEMBER COUNTRIES

The Cooperation Program on Energy from Sugar Cane was the result of a seminar on Rational Use of Energy, held in Havana in October 1980. During this event, sponsored by GEPLACEA, UNIDO, OLADE and the Cuban Ministry of Sugar, the need to create a center of applied research was set forth. This center would study and develop, in an integrated way, the energy potential of sugar cane.

In view of the importance of the subjects dealt with during the seminar, the Secretariat of GEPLACEA decided to carry out a study on the possibilities and outlook for the transformation of energy in sugar factories. A document known as "Sugar Cane as an Energy Resource" was prepared by experts from ICINAZ, Cuba; "La Victoria" Sugar Corporation, Panama; and the Latin American Energy Organization (OLADE).

One of the resolutions adopted by the General Assembly was to convene a meeting of high-level experts, for the purpose of analyzing the possibilities of implementing a regional program of energy cooperation. This meeting was held in Mexico City during July 23-30, 1981, with the presence of representatives of Brazil, Costa Rica, Cuba, Ecuador, Guyana, Mexico, Panama, the Dominican Republic and the following organizations: UNIDO, OLADE, IICA, and GEPLACEA.

The first meeting of the Commission took place in Havana during January 28-30, 1982. All its members attended, except Brazil; and the delegates discussed the activities to be carried out in each country.

The Secretariat has made great efforts to find more dynamic ways to implement the project. Up to now, however, the only definitions arrived at, among a number of tasks, refer to the dates for seminars to be organized on Biogas and Fuel Alcohol. The seminar on Fuel Alcohol will be sponsored by GEPLACEA

OLADE, and Brazil's IAA. Its date has already been set, and a program of activities has been prepared.

The cooperation offered by OLADE at all times, in every activity emanating from the program, deserves special mention. From the first, a close relationship has existed between GEPLACEA and OLADE. One tangible example of this cooperation is the financial support received from OLADE, through the Latin American Energy Cooperation Program (PLACE), for the organization of seminars on Biogas and Fuel Alcohol and for the execution of the Project on Rational Use of Energy in the Dominican Republic.

CONCLUSIONS

In this paper, three major alternative uses of energy reserves from the sugar industry have been analyzed. These alternatives may be oriented to the development of cellulosic pulp industries using bagasse as raw material or may contribute to the supply of power to the electric grid. In both cases the increase in efficiency may induce important contributions to the national economy in countries such as Cuba, the Dominican Republic, and other countries or regions where sugar production per capita is significant.

Co-generation shows the most economical way of generating surplus power for other uses or for the grid, while delivering important quantities of surplus bagasse. It may be conceived as the most economical solution when considering the development of a derivatives industry in a sugar cane region with a high concentration of sugar mills and a long sugar season. Power is produced in the most efficient, lowest-cost way, while bagasse is supplied for the total requirements of the region. The balance is achieved through a suitable analysis of the particular case under study.

The generation of surplus power using extraction-condensing turbines depends on macro-economic criteria concerning the relative value given to bagasse as raw material for industry or as fuel for saving oil. In countries such as Mexico and Venezuela, which have large reserves of oil at their disposal, and low domestic oil prices, this alternative is not attractive since it does not compete with fuel oil; but in countries where the usual present high prices of fuel oil prevail, it proves to be economical.

FIG. N° 1 SURPLUS BAGASSE

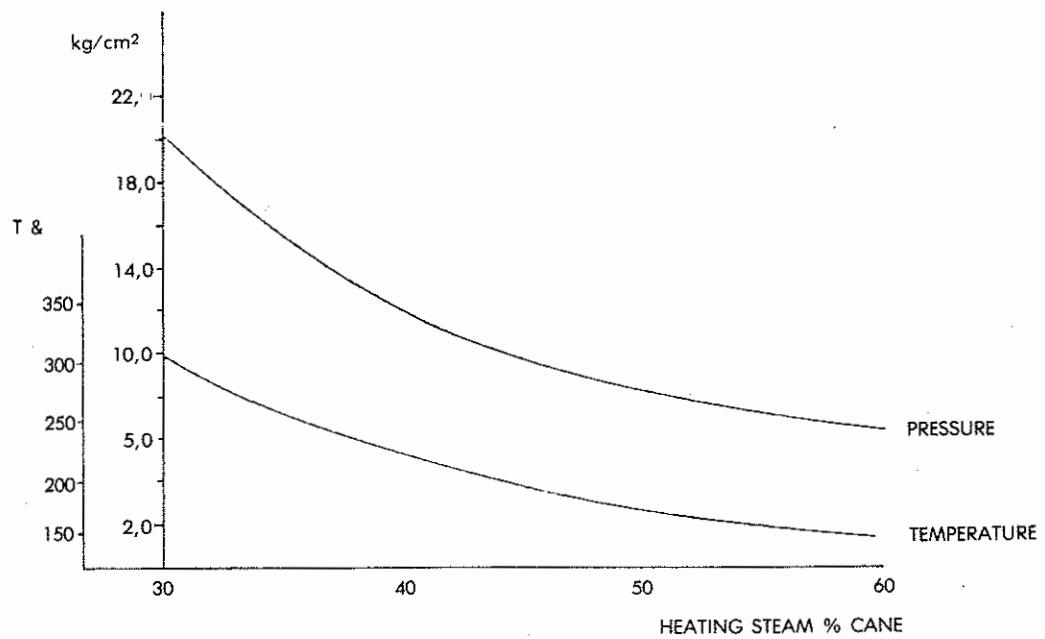
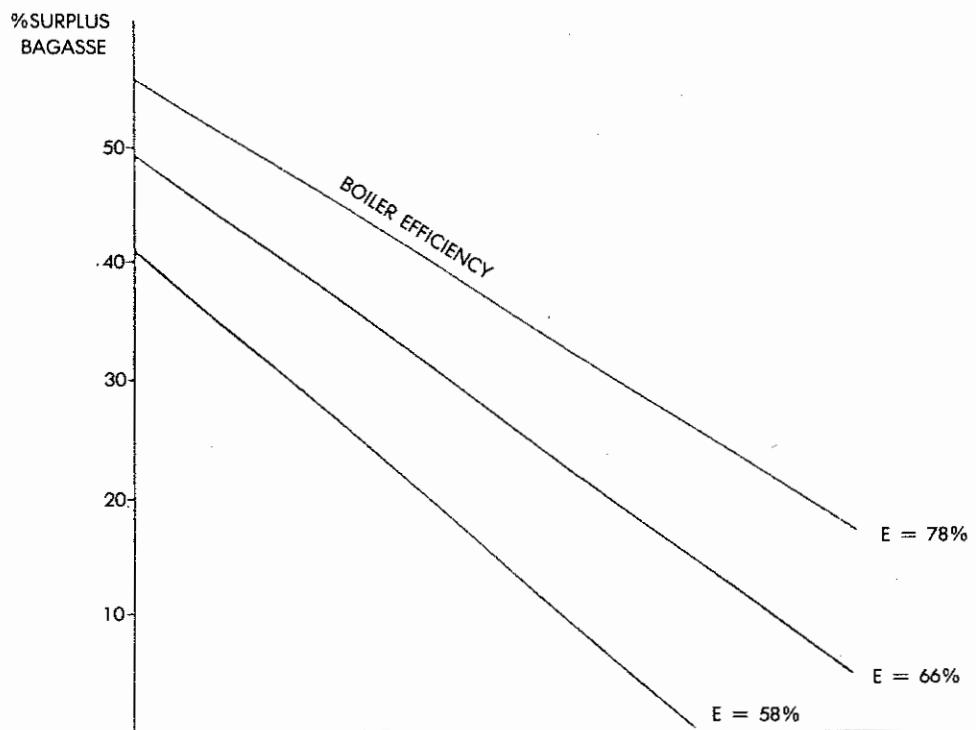


FIG. N° 2 CO - GENERATION

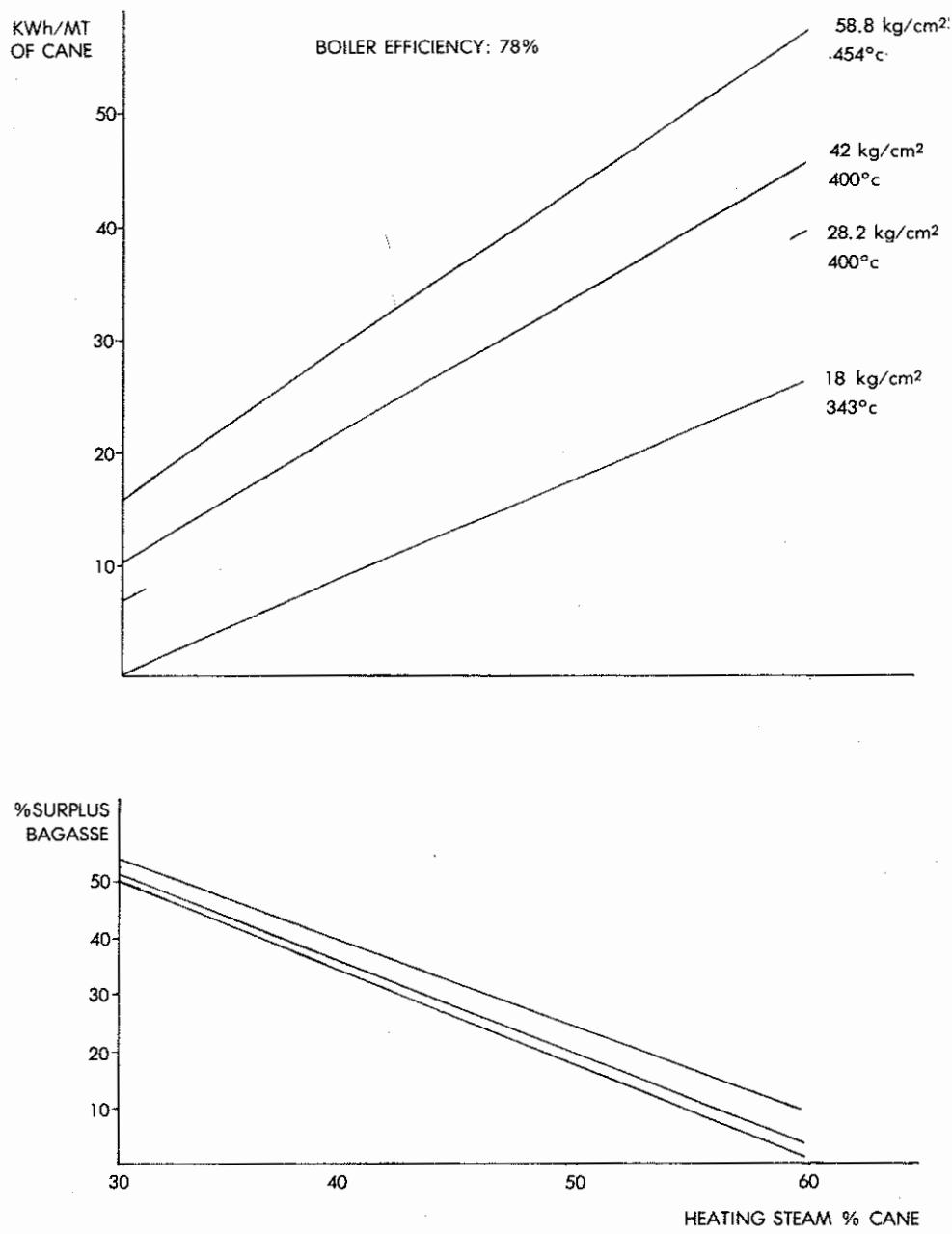
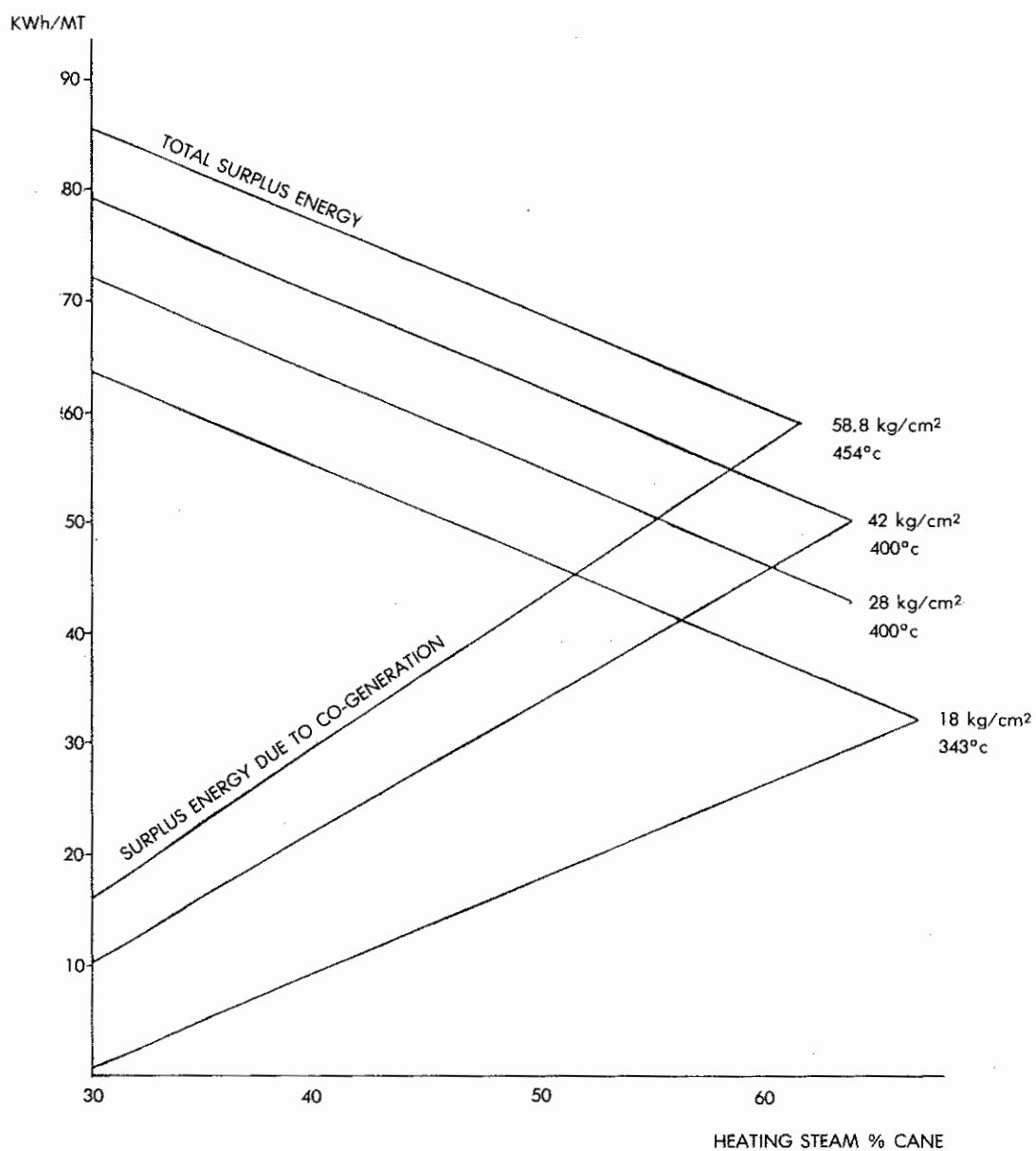


FIG. N° 3 SURPLUS ELECTRIC POWER



JAMAICA'S ENERGY PROGRAMME

Vascoli Scantlebury

DIRECTOR OF ENERGY CONSERVATION
IN THE ENERGY DIVISION

Jamaica uses imported fuel for over 98% of its commercial energy requirements, with only 2% coming from indigenous sources. The oil bill over the past two years has averaged about \$ 500 million (US) per year, and this represents about half of the foreign exchange earned from exports.

A National Energy Programme has been developed with the following objectives:

1. To reduce dependence on imported energy and to diversify the present energy supply mix.
2. To promote the efficient and effective utilization of energy while seeking to sustain economic growth.
3. To accelerate exploration for and development of indigenous energy supply sources.
4. To cushion the impact of continually-increasing energy prices on low-income groups of the society while adopting pricing policies appropriate to achieve the above three objectives.

STRATEGIES FOR DEVELOPMENT

To insulate the country's economic progress from any major external dependency, a strategy is being followed to attain a secure and diverse supply of energy.

The two components of this strategy are energy

resource development and supply management, and energy demand management.

Under the first component the objective is to provide commercial energy to support large-scale, centralized delivery systems while increasing the utilization of diffused, non-commercial energy in appropriate areas. Thus, programmes such as exploration of oil and gas, geothermal sources, peat mining, the substitution of renewable and non-renewable resources for imported fuel oil, and the promotion of research and development efforts and demonstration projects using alternative energy sources are being pursued.

In the area of energy demand management, programmes on conservation policy formulation, including fiscal and legislative measures, are being implemented.

SUSTITUTING FOR OIL AS AN ENERGY SOURCE

Projects have been categorized as non-renewable and renewable. Under the non - renewables are discussed the exploration of oil/gas and the mining studies on peat. A coal conversion feasibility study is underway for the public utility system and private sector (e.g. alumina/bauxite). The country's only cement factory has already been committed to shift from oil to coal. The country's lignite deposits will be re-evaluated. While coal will still have to be imported, savings could be effected because of the relatively lower price of coal compared to oil at

present and in the foreseeable future. Renewable energy resources can make a significant contribution in the domestic energy supply.

The various projects now being implemented or evaluated include:

1. Hydro power development, of which about 20MW out of the currently estimated total potential of about 114 MW could be put on the grid by 1978.
2. Solar energy, which is abundant in the country and in which many projects have been undertaken and planned (e.g., solar water heating, solar thermal, solar ponds, photovoltaics).
3. Bioenergy, in which the total potential for Jamaica is being assessed after the completion of the survey of biomass resources, and of which wood gasification, bagasse utilization for power generation, dendrothermal plants, and biogas production, are among the projects under investigation. The feasibility of alcohol production is also a part of this activity.
4. Wind energy, in which a complete wind regimen assessment will soon be undertaken and wind parks are being investigated.
5. Municipal solid wastes (MSW) for power generation in which a feasibility study has just been completed.
6. OTEC, in which a decision to build a 1-MW pilot plant has been made and commercial proposals for installation of a large-scale plant are being evaluated.
7. Geothermal energy in which further exploration of more promising areas is underway.

CONSERVATION TRAINING, PUBLIC EDUCATION

There is an Energy Conservation Programme which focuses on the following aspects:

1. Phased reduction in the use of petroleum products,

2. Energy auditing and retrofitting for the purposes of identifying energy wastes and increasing energy efficiency in the public and private sectors;
3. Fiscal measures with the objective of:
 - i) rationalizing the pricing and marketing of petroleum products to encourage conservation.
 - ii) encouraging investment in energy-efficient equipment.
4. Public education designed to:
 - i) educate and inform the public on energy uses relevant to government plans and projects;
 - ii) motivate greater energy-savings consciousness and
 - iii) encourage the use of new and renewable sources of energy.

Energy conservation standards for the construction industry are currently being developed for implementation later this year. Of the forty-three (43) public sector facilities audited in 1980, the energy savings to be realised from retrofitting them averages about 14% of current energy usage.

Four (4) corporate and nineteen (19) hospitals and five (5) commercial/industrial establishments were audited in 1981, with energy-savings potential as high as 44% of current energy usage.

Retrofitting will be done under a USAID/GOJ funded project. The Ministry of Mining and Energy has assisted in the training of energy auditors in the public and private sectors. A CARICOM-funded course to train energy auditors was held in early 1982 to meet the need for trained personnel who will carry out energy audits in government as well as in private institutions. During 1983, forty-six (46) Government factories which were established are being audited and retrofitted under the USAID/GOJ energy programme.

FISCAL INCENTIVES

Measures to provide fiscal incentives for the manufacture, assembly, or use of energy-saving equipment, and for the supply of energy-saving maintenance services are being drafted.

ENERGY RATIONALIZATION

With the help of a team from Arizona National Laboratory, the Energy Division is doing sectoral surveys of energy use. These surveys will be used for energy rationalization and to update the National Energy Plan.

**OIL IMPORT BILL AS PERCENTAGES OF
TOTAL IMPORTS/EXPORTS
(IN MILLION US DOLLARS, CURRENT COSTS)**

YEAR	TOTAL OIL BILL (\$)	OIL BILL AS PERCENT OF IMPORT (%)	OIL AS PERCENT OF EXPORTS (%) +	TRADE IMBALANCE (\$) ++
1973	71.5	9.86	17.14	(307.7)
1974	194.7	20.80	27.10	(217.5)
1980	444.4 255.0*	38.10 26.11	46.30 26.58	(206.7) 17.3
1981	495.6 293.1	33.50 22.98	50.73 30.00	(398.0) 298.5

+ Re-exports are not included

++ Figures in parentheses imply negative values

* Figures in brackets refer to oil bill in non-Alumina/Bauxite Sector

TABLE II

PETROLEUM ENERGY CONSUMPTION BY SECTOR
1981

	MBOE	%
Aluminium/Bauxite	8,090.5	53.6
Power Generation	2,676.1	17.7
(JPSCo)		
Road and Rail	1,796.9)	11.6)
Aviation	643.7	4.4)
Shipping	295.6	2.0)
Transport	1,796.9)	11.6)
Sugar	187.0	1.2
Cement	228.6	1.5
Cooking and Light	497.7	3.3
Others*	719.9	4.8
	15,096.0	100.0

* Includes oil refinery and other industrial/commercial establishments.

TABLE III
FINANCIAL RESOURCE AVAILABILITY

ACTIVITY	TOTAL COST (\$000's US)	SOURCE OF FUNDS
Audits and Retrofitting in Public Sector	1887	USAID 1080 GOJ 1807
In Private Sector Credit Fund	7320	USAID 3070 GOJ 4250
Energy Conservation Industry Development	1160	USAID 650 GOJ 510
Energy Conservation Manual	85	USAID 45 GOJ 40
Public Education Programme	3354	USAID 253 GOJ 3101
Solar Water Heating Public Sector	4183	USAID 1630 GOJ 2553
Private Sector Credit Fund	4840	USAID 2130 GOJ 2710
Solar Crop Drying	350	USAID 310 GOJ 4
Research and Development	785	USAID 340 GOJ 445
Forestry resources	430	USAID 290 GOJ 140
Alternative Energy Demonstration Centres	1047	USAID 323 GOJ 724
Energy Rationalization	2279	USAID 1293 GOJ 986



TABLE IV

NAME OF PROJECT	POSSIBLE SOURCES OF FUNDING
Biogas from Distillery Waste	USAID...(US\$ 42,000.00) National Sugar Company (J \$ 20,000.00) Ministry of Mining and Energy (J \$ 84,000.00)
Biogas Digester Construction and Training Programme	OLADE (US \$ 292,000) Ministry of Mining and Energy (US \$ 37,000)
Feasibility Study for Wood Gasification	French Government (US \$ 40,000)
Feasibility Study for Ethanol from Agricultural Waste	CIDA (CDN \$ 247,000)
Integrated Rural Energy Systems and PV Projects	Italian Government (US\$ 1.83 million)
Feasibility Study of YS. River	Italian Government (US \$ 280,000)
Wind Resources Assessment and Pilot Wind Farm	CDB (US \$ 1.45 million) Ministry of Mining and Energy (J \$ 100,000)
Mini Hydro	
1. Inventory Study	CIDA (J \$ 250,000)
2. Possible Local Manufacturing capabilities of Turbines	CDB (US \$ 295,000)

EXPLANATION OF ABBREVIATIONS

GOJ — Government of Jamaica

MBOE — Thousands of barrels of oil equivalent

Information obtained from Jamaica National Energy Programme

RATIONAL USE OF ENERGY IN THE BAUXITE INDUSTRY: THE CASE OF SURINAME

Ministry of Natural Resources and Energy

1. INTRODUCTION

The "energy crisis" of the seventies has resulted in a significant rise in the prices of imported hydrocarbon energy.

In 1970 Suriname imported $623.4 \text{ TOE} \times 10^3$ of energy, with a value of Sf. 60 million. In 1980 the imported energy was $731.7 \text{ TOE} \times 10^3$, with a value of Sf. 172 million. The increase in imported energy was thus 108.3, while the increase in value amounted to Sf. 112 million.

A study of the Suriname energy balances shows that about 60% of the energy produced and imported is used by the very energy-intensive bauxite/aluminum industry. However, this industry contributes more than 80% of the country's exports.

The world recession has resulted in a decreasing demand for bauxite and aluminum products. Therefore, companies in this field must, much more than in the past, be keen in the use of energy. Where possible, use should be made of local energy sources. The two companies operating in Suriname have been taking measures toward a more rational use of energy.

In this paper the above-mentioned measures will be discussed, using the following methodology:

- Brief discussion of the Suriname Energy Balance (Chp.2)

- Outline of the processes in the bauxite/aluminum industry (Chp. 3)
- Overview of energy use (Chp. 4)
- Discussion of measures taken so far for rational use of energy (Chp. 5)
- Discussion of measures to be taken toward more rational use (Chp. 6).

2. SURINAME ENERGY BALANCES

In cooperation with OLADE, the Ministry in charge of energy matters published energy balances for the period 1970-1980. According to the 1980 Energy Balance (Fig. 2), total energy use was $564.2 \text{ TOE} \times 10^3$.

Final energy consumption by sector was as follows:

— Transportation	$106.2 \text{ TOE} \times 10^3$ (19.4%)
— Industry	$356.3 \text{ TOE} \times 10^3$ (65.2%)
— Residential, Commercial and Public	$58.4 \text{ TOE} \times 10^3$ (10.7%)
— Agriculture	$25.3 \text{ TOE} \times 10^3$ (4.6%)

A significant quantity of the energy needed had to be imported, in the form of hydrocarbons. The hydroelectric power plant at Afobakka (approximately 90 kms. from Paramaribo) has a capacity of 189 MW. It contributes 20% to total energy use. The share of other local energy sources, scarcely used, is only 8%.

The energy - intensive bauxite/aluminum industry consumed 324.8×10^3 TOE of the total energy used; this was approximately 60%. Energy-flow losses include those of the Suriname Aluminum Company's steam component, of unknown quantity.

3. FROM BAUXITE TO ALUMINUM

Bauxite is exploited by two companies:

The Suriname Aluminum Company (Suralco), a subsidiary of the Aluminum Company of America (Alcoa) and the Billiton Maatschappij N.V., a subsidiary of the Royal Dutch Shell.

Suralco has a fully integrated alumina and aluminum plant.

The bauxite in the coastal area occurs in two different ways:

- An area capped by approximately one meter of overburden and
- An area where the overburden can be as thick as thirty-five meters.

In the first area the top soil is removed by excavating machines; this is known as the open-pit system. In the latter area a combination of hydraulic implements and draglines is used; this method is called the slurry system. After the overburden is cleared, the underlying bauxite is drilled, blasted and mined. The mined bauxite is transported to the refining department, where it is crushed to smaller chunks and dried at a temperature of about 90°C.

The final process in this department is the crushing of the ore to about 2½ cm in the "hammermill".

The flow diagram attached herewith shows further processing.

4. AN OVERVIEW OF ENERGY USE

— Mining

The energy needed in the open-pit system is the fuel for the excavating machines and means of

transportation (dumptrucks and trains). The "slurry-fier" in the slurry system is powered by a number of electric motors with a total rated capacity of 3600 HP, while the booster station has six pumps, each with a capacity of 1000 HP.

— Alumina Plant

To produce 1 ton of alumina (Al_2O_3), 2.3 tons of bauxite are needed. The Bayer process is applied and the energy for this process is:

- Steam for heating the caustic soda and the digester. A small amount is used for evaporation in the vacuum ejectors.
- Electricity, for pumps, air compressors, transport installations, etc.
- Bunker C fuel for bauxite drying, calcination and lime production.

— Aluminum Plant

To produce 1 ton of aluminum, 1.95 tons of alumina are needed. Reduction is done by means of electrolysis, using the Hall/He'roult process.

During the process, direct current passes through a carbon anode into a cryolite bath solution to the cathode. About 15,000 - 20,000 KWh of energy is used to produce 1 ton of aluminum. This amounts to approximately 40-50% of the total costs.

5. MEASURES SO FAR TAKEN TOWARD RATIONAL USE OF ENERGY

- Three of the six turbines of the Afobakka Hydro-power Plant were equipped with adjustable blades, instead of fixed ones. By so doing an energy increase of 4.6 MW per year was obtained.
- In 1975 a second one-step, high-pressure steam turbine was installed. This improvement increased minimum efficiency by 7.5%.

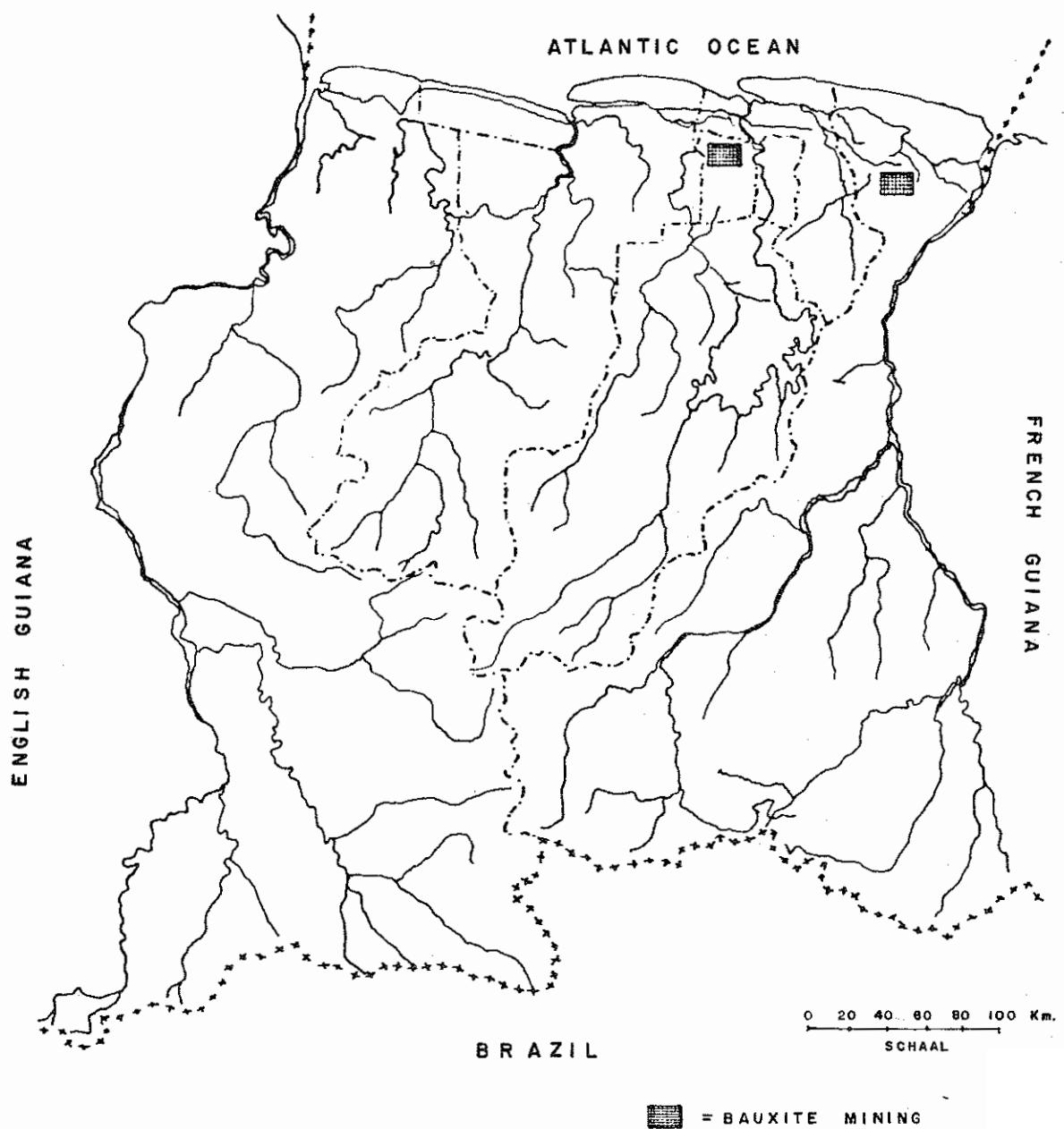


- The installation of a 48-MW gas turbine in 1976 made it possible to control the water level of the lake more efficiently.
- By using a co-generation system in the alumina factory, about 40 MW of electricity can be produced in two steam turbine generators.
- A 30% increase in capacity was gained by using Alcoa vertical alumina kilns instead of horizontal ones.
- The introduction of a process-control computer in the digestion department resulted in a more efficient use of the steam produced.
- The use of the process-control computer, in combination with Wilmington coke briquettes, increased the efficiency of the less-efficient Soderberg smelters.

6. MEASURES TO BE TAKEN TOWARD MORE RATIONAL USE OF ENERGY

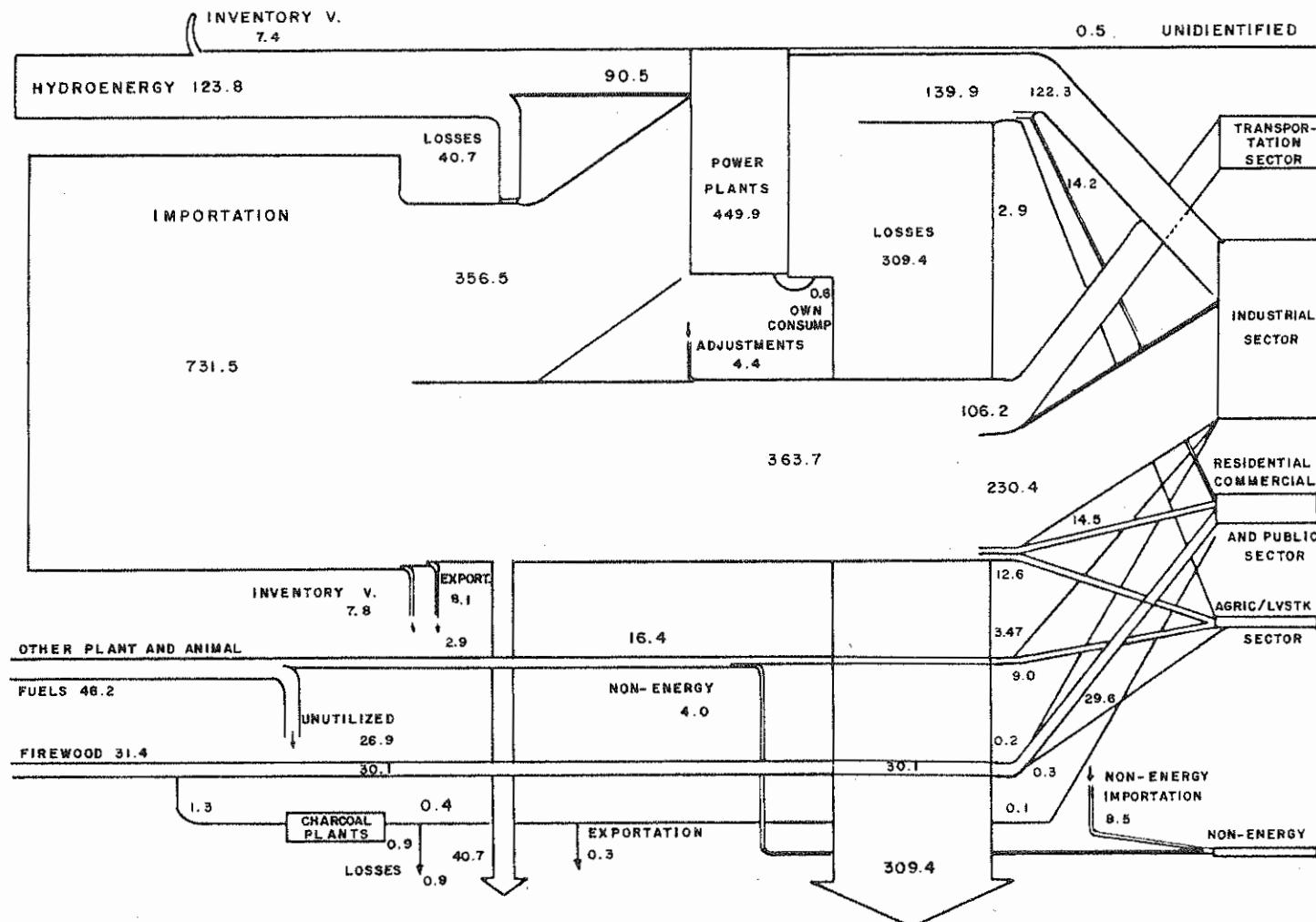
- Replacement of imported Bunker C fuels by crude oil produced by the State Oil Company of Suriname.
- Plan for a 10% energy savings in the digestion department, by using heat exchangers.
- Experiments with a complete automation system.

MAP OF SURINAME

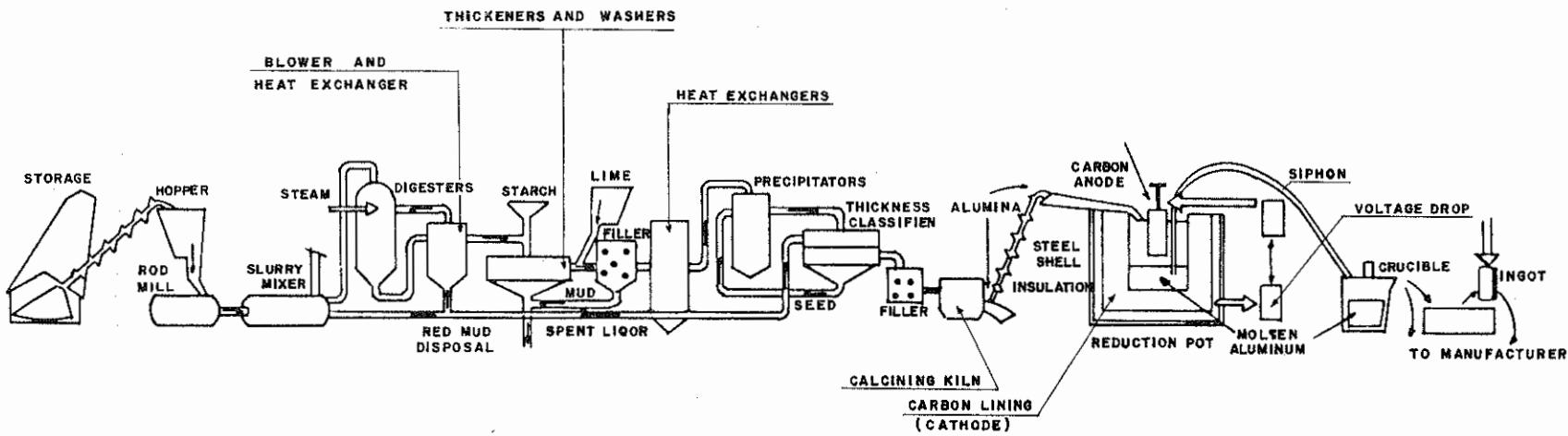


1980 ENERGY FLOW SURINAME

(TOE x 10³)



FLOW DIAGRAM OF THE ALUMINUM PRODUCTION PROCESS



SOURCE : SURALCO

ENERGY CONSERVATION PROJECTS IN NICARAGUAN INDUSTRY

**Nicaraguan Institute of Energy
Systems Planning Division
Energy Conservation Unit**

1. INTRODUCTION

Energy conservation in industry grew to be an economic necessity as of the oil crisis of 1973, with the beginning of the price escalation that seriously affected the oil-importing countries. Nicaragua, a hydrocarbon importer, was using around 40% of its foreign exchange to purchase oil and oil derivatives.

Given this situation, it became worthwhile for the country to determine the effect that a reduction in energy consumption would have on the balance of trade--yet a reduction that should not hinder the country's possibilities for socio-economic development but rather guarantee production with a smaller energy consumption.

The Nicaraguan Institute of Energy (INE) is devoting all its efforts to obtaining more viable alternative solutions. In the face of slow-to-mature responses such as the development of new sources of energy and/or an increase in currently available sources, energy conservation constitutes a viable alternative whose effects can be made felt in the short term, with benefits for the economy as a whole.

Broadly speaking, it has been proven that, due to the low level of energy efficiency and due to energy waste, the country can obtain energy savings on the order of 10 to 20 per cent, without major investments in changes of equipment or processes.

The activities related to energy conservation in the industrial sector had not been duly formulated and

coordinated, despite the growing interest in this subject at the different levels of government and in the different industries, and despite the fact that through the national energy balances it had been detected that the industrial sector accounted for a large share of national energy consumption.

2. BACKGROUND

In view of all this, the INE, with collaboration from the United Nations Development Program (UNDP), carried out a study on Rational Use of Energy in National Industry. In elaborating this study, sampling was done in the cement, sugar, textile and oil industries, the results of which showed an inefficient use of energy, mainly on account of poor thermal insulation conditions, steam leakages, absence of controls, etc.

Based on the conclusions of the aforementioned study, the INE felt it useful to proceed with an in-depth study on the main industrial macro-consumers, in order to study the technical and economic feasibility of investments permitting energy savings therein.

3. CURRENT SITUATION

The INE has proceeded to sign a contract with the French firm TRANS ENERG for the realization of a study on the Rational Use and Conservation of Energy in Industry, the major objectives of which are as follows

- 3.1 To form and organize the national technical group in charge of planning and programming

those activities related to energy conservation at the national level.

3.2 To obtain efficient and rational use of energy, mainly of oil derivatives, through the adoption of all the mechanisms necessary for that purpose.

3.3 To establish the measures necessary for rational energy use and savings through the modification of consumption structures and patterns.

3.4 To elaborate a short-term program of action for rational energy use and savings in industry.

3.5 To conduct 35 energy audits in the major industrial consumers of energy.

3.6 To propose energy-savings measures with different levels of investment.

4. NATIONAL ENERGY POLICY

The energy sector is a top priority within the Revolutionary Process; and within this context there exists Government willingness to spur, support and provide incentives for State or private institutions which dedicate their efforts in an organized and systematic way to energy conservation.

5. MAJOR PROBLEMS AND LIMITATIONS

The energy conservation problem requires support from both workers as well as management, but there is no energy-savings tradition in Nicaraguan industry.

The implementation of this program requires, to a certain extent, investments in foreign currency. This could be a limiting factor in view of the shortage of foreign exchange being experienced by the country.

6. CONCLUSION

6.1 The studies and projects related to energy

conservation in Nicaraguan industry are in an initial stage.

6.2 Education and training of personnel is needed in each industry in terms of methods and the importance of energy conservation, in order to attain support and success in the program.

6.3 The results of the aforementioned studies and projects will make themselves felt in the medium term, and they should be supported continuously by all of the pertinent offices.