

F
RD
2342

INDOTEC



MINISTERIO DE ECONOMIA Y FINANZAS

CASOS PRACTICOS DE AHORRO DE ENERGIA EN LAS INDUSTRIAS DE LA REPUBLICA DOMINICANA

Joaquín Gerardo Santaella
Gil Manuel Canario

Monografía No. 6

El Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC), entidad creada por resolución de la Junta Monetaria de fecha 26 de abril de 1973, bajo la estructura del Banco Central de la República Dominicana, es un organismo con independencia técnica y administrativa que se encarga de proporcionar asistencia tecnológica para el desarrollo industrial. Para estos fines realiza investigaciones científicas, servicios de consultoría y capacitación de personal, con el objeto de alcanzar un máximo aprovechamiento de los recursos productivos de la República Dominicana.

CONSEJO DIRECTIVO

- Presidente: Lic. Carlos Despradel, Gobernador del Banco Central.
Miembro: Dr. César Ramírez, Gerente del Banco Central.
Miembro: Dr. Emilio L. Fernández, Secretario de Estado de Industria y Comercio.
Miembro: Dr. Eduardo Latorre, Rector del Instituto Tecnológico de Santo Domingo.
Miembro: Ing. Mario Cabrera, Presidente de la Asociación de Industrias.
Miembro: Ing. Aquiles Mateo, Vice-Presidente Administrador de Promociones Industriales, C. por A.
Miembro: Dr. Otto González, Administrador de Protefnas Nacionales, C. Por A.
Secretario: Ing. Rafael Jesús María Hernández Sánchez, Director del INDOTEC.

DIRECCION EJECUTIVA

- Ing. Rafael Jesús María Hernández Sánchez
Director
Arq. Luis Felipe Mendez
Sub-Director
Dr. Winston Alvarez
Gerente Depto. de Investigación y Desarrollo
Ing. Horacio Ramírez
Gerente Depto. de Servicios Técnicos
Lic. Melba Báez de Erazo
Gerente del Centro de Información Científica
y Tecnológica (CENICIT)
Lic. Rosa Lama G.
Gerente del Centro de Captación y Formación
de Recursos Humanos.
Elías Arbaje Ramírez
Gerente Depto. de Servicios Administrativos

MONOGRAFIAS

Es una publicación para difusión de los trabajos técnicos y científicos que realizan los integrantes del Instituto Dominicano de Tecnología Industrial como contribución al aprovechamiento racional de los recursos del país en beneficio de sus habitantes.

INSTITUTO DOMINICANO DE TECNOLOGIA INDUSTRIAL



CASOS PRACTICOS

DE AHORRO DE ENERGIA

EN LAS INDUSTRIAS

DE LA REPUBLICA DOMINICANA

Ing. Joaquín Gerardo Santaella
Ing. Gil Manuel Canario

INDOTEC - CENICIT

CENTRO DE INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

AVE. NUÑEZ DE CACERES - APARTADO POSTAL 329-2 - SANTO DOMINGO, D. N.

BANCO CENTRAL DE LA REPUBLICA DOMINICANA
BIBLIOTECA

10-199

2010/02/02

Don.

NOV 1998

75.
2003

INDICE

Pág No.

Casos Prácticas de Ahorro de Energía en las Industrias de la República Dominicana	5
Auditoría Energética	8
Metodología de una Auditoría Energética	8
Selección de los Equipos a Utilizarse en una Auditoría Energética	21
Consideraciones y Ejemplos	22
Sistemas Electricos	24
Sistemas de Aire Acondicionado	27
Las recomendaciones Sugeridas para el ahorro de Energía Eléctrica como resultado de este Estudio	33
Barreras y Restricciones para el Ahorro de la Energía	34
INDOTEC y su división de Recursos Energéticos	35
Referencias	37
Colección Monografías	38
Anexo 1	6
Anexo 2	7
Anexo 3	9
Cuadro 1	11
Cuadro 2	13
Cuadro 3	15
Cuadro 4	17
Cuadro 5	19
Cuadro 6	25
Cuadro 7	26
Cuadro 8	26
Cuadro 9	28
Cuadro 10	29
Cuadro 11	29
Cuadro 12	30
Cuadro 13	32

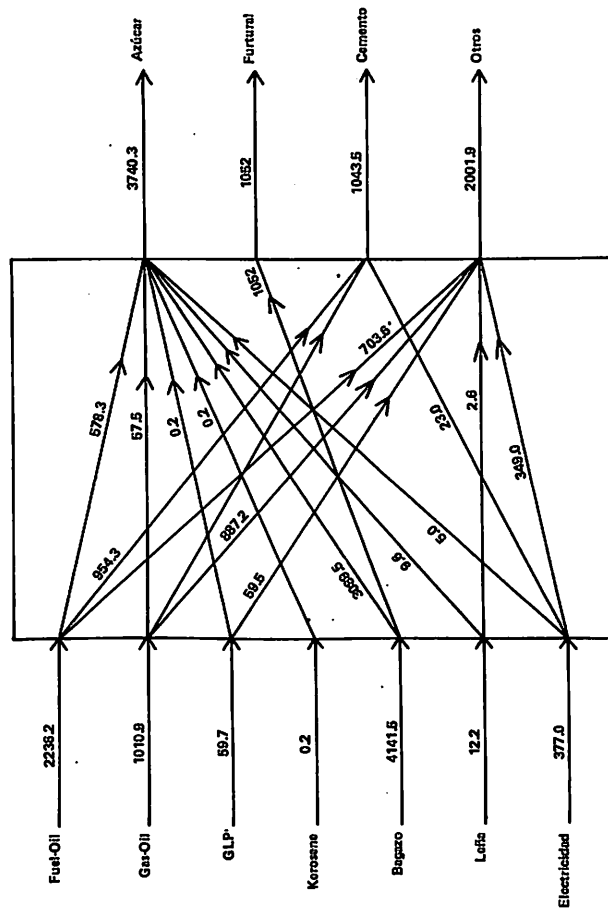
El patrón actual de consumo de energía en la República Dominicana se desarrolló y evolucionó en una época que se caracterizó por el bajo costo de los insumos energéticos, lo que contribuyó a la selección de maquinarias y equipos sin considerar debidamente criterios de eficiencia y rendimiento de la energía. Por esto, en la situación energética actual muchos se cuestionan de la siguiente manera ¿Qué pueden hacer los agentes micro-económicos —como las empresas— para adoptar y desarrollar sus plantas industriales en un contexto macro-económico deficitario del sector energía? Sobre esta base, el sector industrial que es el principal consumidor de energía (exceptuando la industria azucarera, donde el bagazo satisface el 82% de sus necesidades energéticas, depende totalmente del petróleo y sus derivados) es, en la economía dominicana, uno de los más susceptibles a cambios que se traduzcan en un mejoramiento de su eficiencia en el uso de la energía. Anexo 1 y 2. (Acosta, J. R., Noviembre, 1979).

Un programa de conservación de energía tiene alta prioridad en el sector industrial pues con él se puede lograr un análisis detallado de las oportunidades específicas y de los medios para lograr metas que conlleven a disminuir el consumo de energía sin afectar la productividad.

Ciertamente, el término "conservación de energía" ha llevado a muchos a la errónea creencia de que la práctica de la misma conllevaría desagradables penalidades. Por el contrario, la conservación de energía elimina el desperdicio sin reducir los verdaderos niveles de vida y sin producir

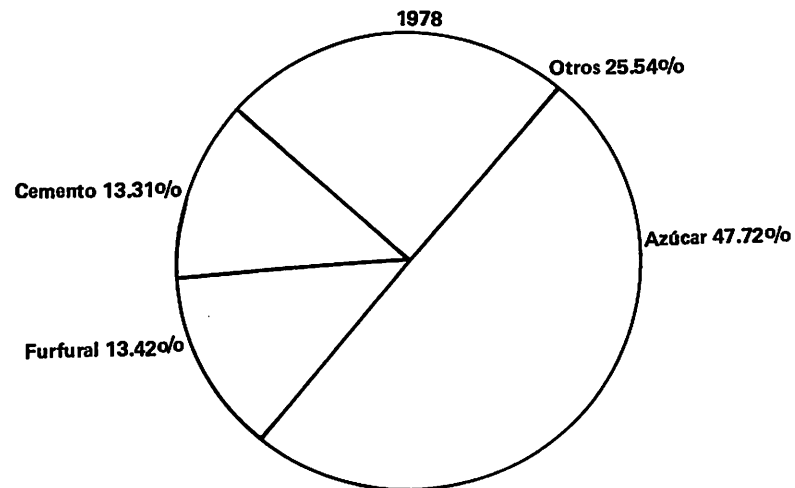
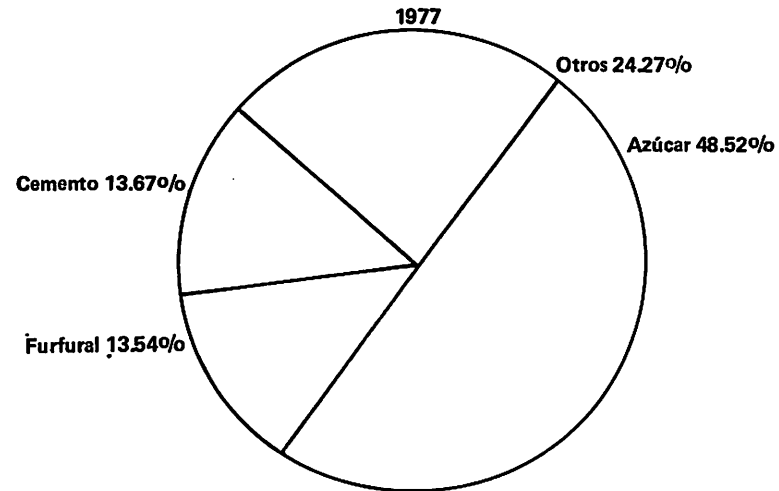
DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL PARA EL AÑO 1978

Expresado en miles de barriles equivalentes de petróleo (10³ BEP)



ANEXO 2

DISTRIBUCION DEL CONSUMO DE ENERGIA EN EL SECTOR INDUSTRIAL POR TIPO DE INDUSTRIA



costos de capital. Por supuesto, los costos de capital y de mano de obra dependerán de factores tales como tasa de interés, estructuras impositivas, etc., las cuales son condiciones privativas de cada país. (Santaella, J., Feb., 1980).

Auditoría Energética

La clave para establecer un programa de ahorro y conservación de energía es la "auditoría energética", la cual sirve para identificar los diferentes flujos de energía en las plantas industriales y/o edificaciones (Robertson, J. Marzo, 1979), y para cuantificar el uso de la misma, de acuerdo a los patrones de consumo en los diferentes procesos industriales para de esta manera establecer una línea de base con la cual puedan determinarse con exactitud los logros que se obtiene en el ahorro y la conservación.

La auditoría energética debe ser efectuada durante un período que permita evaluar las fluctuaciones en el consumo de energía. Para esto es necesario utilizar equipos de medición que permiten estudiar y comparar durante un lapso de tiempo, las características que presenta cada uno de los usos de la energía. En dicho período se recopilan, mensualmente, los diferentes combustibles utilizados y las cantidades específicas de energía por áreas, tipos de producto, etc.

En otras palabras:

Energía de entrada = Energía de salida. (Anexo 3).

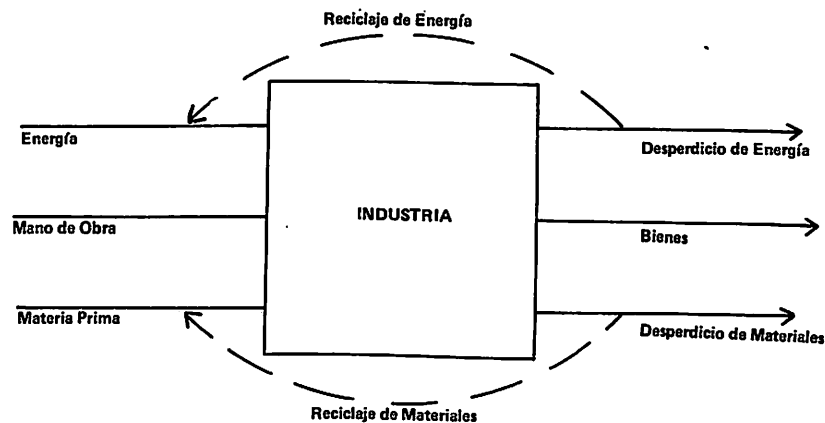
Para esto, es necesario establecer una cantidad común que podría ser BTU. Existe una relación directa entre la cantidad de datos recolectados y el número de oportunidades de ahorro que pueden ser evaluadas.

Este tipo de estudio, que ya ha sido desarrollado en los Estados Unidos con mucho éxito, requiere de análisis técnico-económicos. Se han desarrollado incluso modelos de simulación de sistemas para dicha evaluación.

Metodología de una Auditoría Energética.

Al establecer una Auditoría Energética deberá definirse, específicamente una meta para los ahorros de energía, a fin de contar con un objeti-

ANEXO 3



Fuente: Problemática Energética del Sector Industrial (en proceso)
Santaella, Joaquín. 1980.

vo preciso. Además, designar un coordinador que tendrá la responsabilidad de planear e implementar el programa.

El paso inicial en la elaboración de acciones para el ahorro de energía es determinar cuánta energía utilizada es necesaria y cuánta es desperdiciada. Para medir este flujo de energía se requiere proceder a su contabilización a través de una Auditoría Energética. (Reay, D.A., Febrero, 1978).

La Auditoría Energética es una encuesta que provee información acerca del uso total de la energía y que determina dónde y cómo ésta es utilizada.

En la elaboración de una Auditoría Energética resulta imperativo estructurar una "hoja contable". Este formulario, resume las etapas de un proceso de producción en particular. Así, se estaría en capacidad de cuantificar la diferencia entre la energía teóricamente requerida según los manuales técnicos y la energía utilizada realmente en el proceso. De esta forma, quedará claramente destacado el rango de variación entre lo deseado teóricamente y lo obtenido en la práctica, que no será otra cosa sino las metas a trazarse por el coordinador de la Auditoría Energética. (Santaella, J. Mayo, 1980.).

Sin una Auditoría Energética, sería prácticamente imposible determinar los pasos a seguir para optimizar el uso de la energía o evaluar el éxito del programa de ahorro, pues a través de ésta se sabrá lo que se está consumiendo y dónde. Esto ayudará a emprender medidas creativas e innovadoras en los objetivos de conservación diseñados para operaciones determinadas y específicas de la planta.

A continuación, algunos cuadros que podrían utilizarse.

Ejemplos	Consumo de Energía Real	Consumo de Energía Teórico	Variación Porcentual (Teórico y Reac.) 3 = 1 - 2	Meta de Ahorro, Mensual, Trimestral y/o Anual	Variación Respecto al Periodo Anterior de (1, 3, 4)			Variación Teórico X Real 6 = (1-2) X Pesos
					A	B	C	
Utilización de la Energía por áreas de consumo y/o Fases del Proceso								
Iluminación								
Ventilación								
Aire Acondicionado								
Depósito								
Maquinaria y Equipos								
Laboratorios								
Hornos								
Calderas								
Enfriamiento								
Secado								
Ensamblaje								
Empacado								
Embalaje								
Disposición de los desechos								

CUADRO No. 1

Hoja Contable de Consumo de Energía

Utilización de la Energía por área de consumo y/o fases del proceso	Electricidad ¹		Gas Natural		Carbón		Fuel Oil/Diesel		Otros		Total kilocalorías	
	Teo.	Consumo Real	Teo.	Consumo Real	Teo.	Consumo Real	Teo.	Consumo Real	Teo.	Consumo Real	Teo.	Consumo Real
Ejemplos: Iluminación Ventilación Aire Acondicionado Depósito Maquinaria y equipos Laboratorio Hornos Calderas Enfriamiento Secado Ensamblaje Empacado Embalaje Disposición de los desechos												

1. Generada o comprada
 2. Teo. - Teórico
 3. Dif. - Diferencia
 Nota: Esto es tan sólo un ejemplo de algunas áreas de consumo que podrían ser tomadas en cuenta por la Industria en su auditoría energética.

CUADRO No. 1

El Cuadro No. 1 resume los diferentes usos o utilidades de la energía cuantificados en kilocalorías por área de consumo y/o fases de un proceso particular*.

En la columna 1 se anotan los consumos reales observados para cada ejemplo de área o fase de proceso. En la columna 2 se anotan las especificaciones técnicas referentes al consumo teórico previsto por los fabricantes de los equipos o maquinarias.

En la columna 3 se señalan las variaciones observadas entre las columnas 1 y 2.

Seguidamente (columna 4) se indica la meta de ahorro fijado en función del ahorro potencial previsto por el Coordinador. Esto es de acuerdo a la unidad de tiempo seleccionada (mensual, trimestral, anual, etc.).

En la columna 5 se anotan las variaciones experimentales entre el período de tiempo considerado y su correspondiente anterior para los casos de las columnas 1, 3 y 4; estos resultados serán anotados en las subcolumnas a, b y correspondientes.

En la columna 6 se anotarán las variaciones entre los valores (\$) de los requerimientos reales de energía y los teóricos. Esto no será sino el monto del ahorro potencial cuantificado en pesos.

* Los diferentes usos de la energía son clasificados por áreas o fases del proceso obteniendo así las siguientes filas: Iluminación, Ventilación, Aire Acondicionado, Depósito, Maquinarias y Equipos, Laboratorio, Hornos, Calderas, Enfriamiento, Secado, Empacado, Embalaje, Disposición de desechos.

CUADRO No. 2

En este cuadro se contabilizan los consumos de energía reales, los cuales al compararlos con los consumos teóricos previstos por los fabricantes de equipos y maquinarias dan por resultado la diferencia entre ambos, cosa ésta que no es sino el margen el cual se establecerá la meta de ahorro energético.

Al igual que en Cuadro No. 1, los diferentes usos de energía son clasificados por áreas o fases del proceso.

Las fuentes contabilizadas son:

Electricidad, Gas Natural, Carbón, Fuel Oil, Diesel y otros.

Fuente	Electricidad ¹			Gas Natural			Carbón			Fuel Oil/Diesel			Otros			Total kilocalorías			
	Teo.	Consumo Real	Dif. ³	Teo.	Consumo Real	Dif.	Teo.	Consumo Real	Dif.	Teo.	Consumo Real	Dif.	Teo.	Consumo Real	Dif.	Teo.	Consumo Real	Dif.	
1. Generada o comprada																			
2. Teo. - Teórico																			
3. Dif. - Diferencia																			

HOLA CONTABLE DE CONSUMO DE ENERGIA

CUADRO No. 3

Cuadro No. 4
Identificación de Ahorros Potenciales de Energía

Áreas o departamentos	Exceso de Pérdidas		Pérdidas de combustible	Pérdidas de vapor	Pérdidas de aire comprimido	Pérdidas del condensado	pérdidas de agua	Atollamiento Inducido	Exceso de Iluminación	Equipos que operan innecesariamente	Quemadores fuera de ajuste	Aire acondicionado o ventilación innecesaria	Equipos que intervienen
	Exceso de Pérdidas	Pérdidas de combustible											
Departamento de Maquinarias y Equipos													
Departamento de Hornos y Calderas													
Depósito													
Departamento de Ensamblaje													
Departamento de Empacado y/o Embalaje													
Laboratorio													
Despacho													
Oficinas Administrativas													
Otros													

— Exceso (pérdidas) — Consumo Real — Consumo teórico.
— En caso que exista diferencia, exceso (pérdidas), marque con "X" la casilla correspondiente

CUADRO No. 3

En este cuadro se contabilizan los consumos de energía reales, los cuales son comparados con los consumos teóricos previstos por los fabricantes de los equipos y maquinarias (Manuales).

Para cada fuente:

Electricidad, Gas Natural, Carbón, Fuel Oil/Diesel y otros; se establece una contabilización del consumo teórico, consumo real y su diferencia; considerados estos mensualmente, o si bien se prefiere, en otra medida de tiempo, a criterio del coordinador de la Auditoría Energética.

En la última columna y con la ayuda de una Tabla de Equivalencias, se anotan los totales de consumos energéticos contabilizados en kilocalorías para el período de tiempo seleccionado.

CUADRO No. 4

El cuadro No. 4, destaca las eventuales pérdidas en que se puede incurrir a raíz de un uso ineficiente de la energía, en los diferentes departamentos o áreas en las cuales la energía se consume o insume.

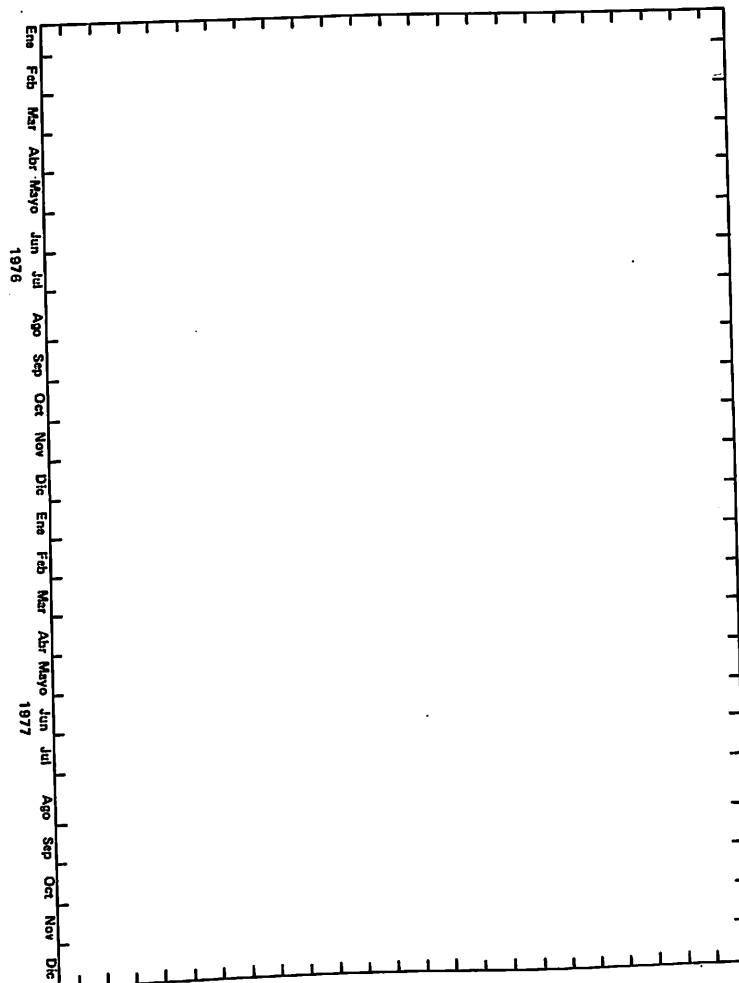
De esta forma, para las áreas de: Departamento de Máquinas y Equipos, Departamento de Hornos y Calderas, Departamento de Ensamblaje, Departamento de Empacado y/o Embalaje, Depósito, Laboratorio, Despacho, Oficinas Administrativas; se les asignan las eventuales pérdidas, señalándolas en las respectivas columnas.

La verificación de la pérdida se establece a través de la comparación del uso o consumo real de energía y el uso o consumo teórico, calculados estos por los técnicos del campo.

Así, es marcada una "X" en el cuadro correspondiente a la pérdida dada, en el departamento o área en particular.

Este examen puede ser realizado en diferentes períodos de tiempo, lo cual dará la posibilidad de un estudio dinámico de éstos.

CONSUMO ENERGETICO POR UNIDAD DE PRODUCCION



CONSUMO ENERGETICO POR UNIDAD DE PRODUCCION

USO ENERGETICO POR UNIDAD DE PRODUCCION
ESPECIFICAR: LINEA DE PRODUCCION:

CUADRO 5

CUADRO No. 5

El cuadro No. 5, hace un estudio cronológico de la relación: Consumo Energético por Unidad Producida. De esta forma, para cada bien producido se establece la cuantía necesaria de energía para su colaboración.

Aquí se cuantifica la razón: unidad producida de un bien determinado con respecto al consumo energético necesario para su elaboración. Esta razón podría establecerse para el nivel total de producción o para cada producto en particular.

Como es lógico apreciar, la eficiencia energética estaría relacionada con una inclinación negativa del diagrama obtenido. En caso de observarse una inclinación o pendiente positiva, resulta aconsejable revisar cuidadosamente el flujo energético, a fin de detectar pérdidas o usos ineficientes. Por último, un diagrama constante podría manifestar una ineficiencia cubierta, recomendando la verificación de todos los pasos y/o procesos de manufactura de un producto determinado.

Selección de los Equipos a Utilizarse en una Auditoría Energética

La selección apropiada del equipo de medición y su uso efectivo, son tan importantes como el mismo programa de Ahorro y Conservación de Energía.

Como principio general, todos los combustibles, electricidad, vapor, fluidos, agua y aire caliente y otros medios que contengan energía, usados en una planta, deberán ser identificados en un diagrama de flujo, que deberá mostrar las fuentes, usos principales y pérdidas en cada caso.

La forma inicial de la red de flujo de energía es importante pues, con ésta mostramos todos los usos de la energía en forma separada para estudiarla cuidadosamente y seleccionar aquellos puntos óptimos que tengan la capacidad adecuada para la medición de energía (Blosson, J.S., Enero, 1975).

El equipo debe incluir no sólo dispositivos de medición básica, sino la instrumentación para la indicación directa o remota de la misma. Las dispositivos de medición directa (sensores) convierten alguna de las propiedades físicas del fluido que se está evaluando, en presión, voltaje o cualquier señal de salida que pueda aplicarse a un dispositivo secundario. Cabe señalar que la mayoría de las mediciones para la evaluación de flujos de energía continuarán basadas en métodos establecidos y "baratos".

Algunas consideraciones finales que deberían tomarse en cuenta en la selección de equipos:

- a) Facilidad de instalación y retiro de los instrumentos del proceso.
- b) Exactitud del aparato comparado con otras alternativas.
- c) La energía requerida para la operación de estos aparatos, por ejemplo; la pérdida de presión debida a un medidor de flujo en un sistema líquido.
- d) Todos los factores económicos para los equipos de medición y registro, como el costo inicial de instalación, adiestramiento de personal.
- e) La posibilidad de usar aparatos de medición ya instalados en la planta o aparatos portátiles para 2 ó más aplicaciones.

Entre ellos se pueden mencionar:

- Anemómetro portátil para medir hasta 10,000 °FPM
- Estetoscopio
- Medidor de potencia eléctrica
- Medidor de combustión (portátil)
- Medidor de factor de potencia (sobre un rango de 1.0 leading a 1.0 lagging (1,500 amperes en 600 volts)
- Pirómetro de superficie.

Consideraciones y Ejemplos

No es nada nuevo para nosotros que la energía es cada vez más cara. El balance entre su creciente demanda y su disponibilidad, tanto en el país como en el resto del mundo, continuará elevando su costo a mayores niveles en función de su futura escasez. Tanto los costos crecientes de energía como la inseguridad en el suministro de combustibles, han introducido nuevos conceptos en la operación de las empresas, especialmente en aquellas que conceden importancia al control sistemático de sus costos.

Muchas compañías han logrado mediante un programa de uso racional de energía, evaluado por la auditoría energética, disminuir su consumo y, por tanto, los costos derivados del mismo, sin afectar la producción.

Es importante hacer notar que las medidas de uso racional pueden reducir el consumo de la energía entre un 15 y un 30% y, en algunos casos, más que eso, con ahorros significativos de costos. Más aún, si al ahorrar energía la empresa puede mantener la producción a pesar de la reducción en el suministro de la misma o aumentar la producción pese a disponibilidades limitadas de combustibles, el efecto sobre las ventas es obvio.

Un hecho incontrovertible es que existe una continua escasez de energía, parte de la cual deberá ser compensada con medidas y uso racional.

De lo contrario, se tendrán problemas que, en algunos casos, podrían ser catastróficos para algunas compañías e instituciones.

Se conocen los resultados derivados de la aplicación de programas de uso racional de energía, a través de medidas simples de mantenimiento y operación, tales como reducir o eliminar alumbrado en almacenes y estacionamientos, desconectar equipos innecesarios durante la noche o los fines de semana, optimizar programas de mantenimiento para operar el equipo adecuadamente, planear los programas de producción para minimizar el empleo de la energía y, por ende, eliminar la producción de desechos. Estas medidas para reducir el consumo de energía requieren inversiones que conviene realizar si se decide limitar el exagerado crecimiento de su demanda aunque conviene mencionar que pueden lograrse ahorros de energía con poco o ningún costo, simplemente haciendo pequeñas modificaciones de procedimientos.

En base a lo anterior se citan dos casos en los cuales se llevaron a cabo en el país programas de racionalización de energía con resultados fructíferos:

- 1) Una empresa radicada en la ciudad de Santiago, dedicada a la elaboración de envases de metal (Envases Antillanos), estableció una serie de medidas de control, en la que lograron ahorrar el 20% de los gastos de combustible. Con estas regulaciones, obtuvieron una reducción de energía sin afectar la producción.
- 2) En uno de los edificios donde funciona una de las dependencias del Banco Central, el INDOTEC, se realizó una auditoría energética, aún con instrumentación limitada, estableciendo un estudio de carga y demanda de energía en donde se pudo ahorrar hasta un 45% del consumo de energía eléctrica, lo que es equivalente a 456,613.2 kwh/año que, al precio actual de la electricidad, representa un valor aproximado de \$23,000.00. (Canario, Gil Manuel, Julio — 1979).

Con relación al primer caso, se establecieron medidas de ahorro de energía, algunas de las cuales simples, como las citadas anteriormente y otras, tales como:

- Uso programado del empleo de equipo eléctrico para disminuir la demanda de potencia, con esta medida no se reduce la energía eléctrica usada, pero si el cargo por demanda máxima pagada a la Corporación Dominicana de Electricidad (CDE).

- Recuperación de condensados al sistema de agua de alimentación de la caldera. Con esta medida es posible reducir en un 10% a 30% el combustible usado en la generación de vapor si se recupera el condensado y se emplea como parte del agua de alimentación de la caldera.

La recuperación de condensado, además de ahorrar calor, ayuda en los siguientes aspectos:

- Ahorra agua de repuesto a la caldera
- Ahorra energía y productos químicos empleados en el tratamiento de agua.
- Reduce la contaminación del agua
- Reduce (sin eliminar) las pérdidas causadas por las fugas en las trampas de vapor.

En el segundo caso, el cual se expone con más detalles, es un estudio de carga y demanda de energía eléctrica realizado en las instalaciones físicas del Instituto Dominicano de Tecnología Industrial (INDOTEC), que incluyó una estimación de la carga térmica, con el fin de evaluar las posibilidades para el ahorro y la conservación de energía en dicha institución.

Se llevó a cabo un censo de equipos instalados y datos estadísticos relacionados con la capacidad instalada y el consumo de energía eléctrica (Ver Cuadros 6, 7 y 8).

Sistema Eléctrico

Durante el censo de carga realizado, pudo determinarse que la capacidad instalada en transformadores de alta y baja tensión es de 2087.5 KVA. Una prueba de pérdidas en un transformador sin carga de 112.5 KVA determinó que las pérdidas totales en dichos equipos son del orden del 1.07% de la capacidad de éstos, por lo cual dichas pérdidas de energía eléctrica ascienden aproximadamente a 12,564 KWH al mes.

A partir de lecturas del consumo de energía eléctrica observadas en el medidor instalado para esa institución por la Corporación Dominicana de Electricidad, durante el mes de mayo y parte del mes de junio y con

CUADRO No. 6

CAPACIDAD INSTALADA EN KILOVATIOS

EDIFICIO E INSTALACIONES	CAPACIDAD (KW)
Laboratorio:	
a) Primer Nivel: Iluminación	10.82
Equipos	70.05
b) Segundo Nivel: Iluminación	10.45
Equipos	54.01
Planta Piloto:	
Iluminación	10.72
Equipos	75.44
Bodega y Taller:	
Iluminación	9.8
Equipos	15.2
Garaje:	
Iluminación	2.56
Equipos	3.08
Aulas:	
a) Primer Nivel: Iluminación	12.86
Equipos	6.00
b) Segundo Nivel: Iluminación	11.78
Equipos	6.00
Fuente :	Iluminación 6.08
Cuartos de Máquinas:	Iluminación 0.77
	Equipos 26.49
Biblioteca:	
a) Sótano: Iluminación	6.35
Equipos	6.21
b) Primer Nivel: Iluminación	4.62
Equipos	1.66
c) Segundo Nivel: Iluminación	7.68
Equipos	1.94
Administración:	
a) Primer Nivel: Iluminación	8.9
Equipos	9.6
b) Segundo Nivel: Iluminación	7.5
Equipos	4.4
Iluminación Exterior:	21.00
Ascensores y Montacargas:	33.60
Servicios Técnicos:	
a) Primer Nivel: Iluminación	5.98
Equipos	7.25
b) Segundo Nivel: Iluminación	10.02
Equipos	4.06
c) Tercer Nivel: Iluminación	9.20
Equipos	4.16
d) Cuarto Nivel: Iluminación	9.41
Equipos	4.22
Equipos de Aire Acondicionado Central:	552.00
TOTAL	1,051.87 KW

CUADRO No. 7

DEMANDA PROMEDIO DE LAS INSTALACIONES Y EQUIPOS ELECTRICOS DE USO FRECUENTE DEL INDOTEC

EDIFICIO	CARGA (KW)
Laboratorio:	
a) Primer Nivel:	26
b) Segundo Nivel:	22
Bodega y Taller:	6
Biblioteca:	20
Administración:	
a) Primer Nivel:	15
b) Segundo Nivel:	10
Servicios Técnicos:	
a) Primer Nivel:	11
b) Tercer Nivel:	10
c) Cuarto Nivel:	11
Cuarto de Máquinas, Ascensores y Elevadores:	20
Aire acondicionado central:	325
TOTAL	476 KW

CUADRO No. 8

GASTO DE ENERGIA ELECTRICA DEL INDOTEC

AÑO-MES	CONSUMO		DEMANDA		AJUSTE COMB. TOTAL	
	KWH	RD\$	KW	RD\$	RD\$	
1977 Dic	73920	925.20	605	1,094.00	2,395.01	4,414.21
1978 Ene	68160	867.60	566	1,023.80	2,290.18	4,181.58
1978 Feb	61440	800.40	454	822.20	2,052.10	3,654.70
1978 Mar	57120	757.20	454	822.20	1,884.96	3,464.36
1978 Abr	69120	877.20	454	822.20	2,267.14	3,966.54
1978 May	63360	819.60	454	822.20	2,065.54	3,707.34
1978 Jun	71040	896.40	480	869.00	2,145.41	3,910.81
1978 Jul	102720	1,213.20	576	1,041.80	3,122.69	5,377.69
1978 Ago	95520	1,141.20	566	1,023.80	2,932.46	5,097.46
1978 Sep	94080	1,126.80	586	1,059.80	2,869.44	5,056.04
1978 Oct	108480	1,270.80	576	1,041.80	3,319.49	5,632.09
1978 Nov	109440	1,280.40	596	1,076.00	3,359.81	5,716.21
1978 Dic	108960	1,275.60	614	1,110.20	3,355.97	5,741.77
1979 Ene	83040	1,016.40	586	1,059.80	2,565.94	4,642.14
1979 Feb	89760	1,083.60	566	1,023.80	2,773.58	4,880.98
1979 Mar					*	5,175.13
1979 Abr	86759	4,258.30	566	1,023.80	*	5,282.10
1979 May	94560	4,641.02	695	1,094.80	*	5,735.82

* Actualmente no hay importe por ajuste del combustible.

el fin de determinar el consumo promedio diario durante las horas laborables y no laborables se pudo determinar que (Ver Cuadro 9 y 10).

a) El consumo promedio por día de energía eléctrica durante las horas no laborables es de 960 KVJ distribuido de la siguiente forma:

- 15% en iluminación exterior
- 33% debido a pérdidas en la transformación eléctrica
- El resto es debido a equipos en operación permanente.

b) El consumo promedio de lunes a jueves era mayor que el de los viernes debido al hecho de que el INDOTEC laboraba en horario corrido únicamente los viernes. Con esto se estimó, que si el horario normal de trabajo fuese corrido, el INDOTEC tendría un ahorro en su consumo de energía eléctrica en el orden de un 9% lo que equivale a 8127 KWH al mes.

Sistema de Aire Acondicionado

Los equipos de Aire Acondicionado Central representan el 60% de la demanda promedio mensual. (Ver Cuadro 7 y 8), por lo tanto los ahorros más significativos de energía eléctrica serán en este sector. Para estos fines se hizo lo siguiente:

- a) Se realizó el estudio de carga térmica de los edificios del INDOTEC (Ver Cuadro No. 11).
- b) Se apagaron y encendieron los generadores de agua fría y se tomaron datos de temperatura con respecto al tiempo (Ver Cuadro No. 12) para determinar el tiempo en que se vence o pierde la carga térmica de los edificios.

Con relación al inciso (b) podemos señalar lo siguiente:

—Apagando los equipos media hora antes de terminar la jornada de trabajo en la mañana y en la tarde todos los días la temperatura se mantendría dentro de los límites de confort hasta las horas de salida, con lo que obtendríamos un ahorro de energía eléctrica de 7313 KWH al mes por este concepto.

—En la hora de la tarde es donde mayor radiación solar se recibe de

CUADRO No. 10

LECTURA DE CONSUMO DIARIO EN EL INDOTEC DURANTE LA SEMANA DEL 18 AL 22 DE JUNIO DE 1979 (EN KWH)

	De 8:00 a.m. a 5:30 p.m.	5:30 p.m. a 8:00 a.m.
Lunes 18	3840	960
Martes 19	3840	960
Miércoles 20	3366	960
Jueves 21	3840	960
Viernes 22*	2880	

*Nota: Los Viernes se trabaja con horario corrido de 8:00 a.m. a 2:00 p.m.

CUADRO No. 11

CARGA TERMICA DEL INDOTEC

EDIFICIO	CARGA (BTU/H)
Laboratorio: *	
a) Primer Nivel	233634
b) Segundo Nivel	339112
Administración: *	
a) Primer Nivel	170749
b) Segundo Nivel	120640
Servicios Técnicos: *	
a) Primer Nivel	216416
b) Tercer Nivel	146051
c) Cuarto Nivel	259630
Biblioteca: *	273858
Aulas:	
a) Primer Nivel	215554
b) Segundo Nivel	308967
Auditorium:	146734
CARGA TOTAL	2431345 (202 ton) BTUH

* Carga promedio de uso frecuente 1,760,090 (146 ton) BTUH
1 Tonelada de refrigeración - 12,000 BTU.

LECTURAS DE CONSUMO DIARIO EN EL INDOTEC DURANTE EL MES DE MAYO (EN KWH)

CUADRO No. 9

	*	**						TOTAL	PROMEDIO
Lunes			7	5180	14	5760	21	3360	4,800
Martes	1	4800	8	5160	15	5760	22	3840	4,992
Miércoles	2	3840	9	5760	16	4800	23	3360	4,512
Jueves	3	4800	10	4800	17	4800	24	4800	4,608
Viernes	4	3360	11	3360	18	2880	25	2800	3,120
Sab y Dom	5	3840	12	3360	19	6240	26	4800	4,560
	6		13		20		27	18,240	

* Dia del mes.

** Consumo de 8:00 a.m. a 8:00 a.m. del día siguiente en KWH.

donde los equipos trabajan más continuamente y hay mayor consumo de energía eléctrica.

—En los Cuadros No. 11 y 13 se presentan los resultados del estudio de carga térmica, en horas de mayor radiación solar de los edificios del IN-DOTEC y las características de operación de los equipos de aire acondicionado. En este estudio suponemos que no hay filtración de aire exterior por las ventanas y pasillos.

CUADRO No. 12

**VARIACION DE TEMPERATURA DE TERMOMETRO SECO
CON RESPECTO AL TIEMPO EN EL INDOTEC**

Lunes HORA	25 Junio TEMP ⁰ C CHILLER	12:00 a.m. TEMP ⁰ C OFICINA	Temperatura Exterior 280 ⁰ C TEMP ⁰ C LABORATORIO
12:00	11.8	24.0	25.0
12:10	16.0	24.1	25.6
12:20	18.0	24.5	26.0
12:30	21.0	25.0	26.4
AT			
	9.8	1.0	0.8

CUADRO 12 (Continuación)
**VARIACION DE TEMPERATURA DE TERMOMETRO SECO
CON RESPECTO AL TIEMPO EN EL INDOTEC**

Lunes	25 Junio	3:00 p.m.	Temperatura Exterior 32 ⁰ C
3:20	20.0	27.4	23.4
3:30	18.0	26.5	26.6
3:40	15.0	26.0	25.6
3:50	14.0	25.5	25.6
4:00	13.0	25.0	25.6
AT			
	7	2.4	1.6

CUADRO 12 (Continuación)
**VARIACION DE TEMPERATURA DE TERMOMETRO SECO
CON RESPECTO AL TIEMPO EN EL INDOTEC**

Martes	26 Junio	5:00 p.m.	Temperatura Exterior 31 ⁰ C
5:00	12.0	23.3	23.0
5:10	17.0	24.8	24.0
5:20	20.0	25.5	24.8
5:30	21.0	28.8	25.4
AT			
	11.0	1.5	8.4

CUADRO 12 (Continuación)
VARIACION DE TEMPERATURA DE TERMOMETRO SECO
CON RESPECTO AL TIEMPO EN EL INDOTEC

Miércoles	27 Junio	8:20 a.m.	Temperatura Exterior 28.5°C
8:20	23.0	26.9	27.6
8:30	20.0	26.0	26.4
8:40	16.0	25.8	23.9
8:50	15.0	25.3	25.1
9:00	13.0	24.7	24.7
AT			
	<u>9</u>	<u>8.2</u>	<u>8.9</u>

CUADRO No. 13
CARACTERISTICAS DE OPERACION DE LOS EQUIPOS DE AIRE
ACONDICIONADO DEL INDOTEC

No.	MARCA MODELO	CAPACIDAD KW	CAPACIDAD TONS
1	CARRIER 30GA085	97.3	67.0
2	" 30GA085	103.8	88.5
3	" 30GA105	123.0	108.6
4	" 30GA085	103.8	88.5
		<u>427.9</u>	<u>382.5</u>

*Catalogo Carrier Form 30GA-5P. 1974 Temp. exterior 95°. Temp. del Agua 48°F.

Estos resultados nos muestran que la carga promedio de uso más frecuente es de 147 toneladas de refrigeración y actualmente los generadores de agua fría que funcionan son los No. 1, 3 y 4, los que tienen una capacidad de 244 toneladas de refrigeración, de donde se podría decir lo siguiente:

1. O existe una baja eficiencia térmica en los equipos, lo cual es comprobable realizando revisión completa del sistema de aire acondicionado, o
2. Existe una carga térmica debido a las infiltraciones del aire exterior por las ventanas y pasillos.

Cuantifican estas últimas en los 5 pasillos abiertos permanentemente y en las 400 ventanas tipos persianas, las cuales no ajustan bien y permiten infiltraciones del aire exterior, que a las condiciones promedio de 32°C y 60% de humedad relativa y una velocidad del viento de 10 KMH, la carga térmica por este concepto es de 56,5 toneladas de refrigeración o sea el 21,4% del consumo de energía eléctrica de los generadores de agua fría que representan un consumo de 10,875 KWH al mes.

Las Recomendaciones Sugeridas para el Ahorro de Energía Eléctrica, como resultado de este estudio fueron las siguientes:

1. Considerar el uso de un horario de trabajo corrido ya que el consumo de energía eléctrica es menor por hora de trabajo.
2. Racionalizar el uso del aire acondicionado apagando los generadores de agua fría (chillers) media hora antes del término de las labores.
3. Instalar ventanas de cierre hermético corredizos o una protección contra la infiltración de aire exterior (Screen) y además, puertas de vidrio en los pasillos en los descansos de las escaleras interiores.
4. Considerar la posibilidad de cambiar nuestro sistema eléctrico de distribución de potencia, de tal manera que durante las horas no laborables sólo queden conectado el transformador principal cuya capacidad sea igual a la carga que permanezca en operación durante las horas no laborables.
5. Desconectar durante las horas no laborables aquellos transformadores que alimentan cargas sólo utilizables en horas laborables.

Tomando en cuenta todas las circunstancias y experiencias señaladas, la adopción de las medidas de ahorro propuestas, podrán disminuir el consumo promedio actual de energía eléctrica en un 45%, lo cual es equivalente a 456,613.2 KWH al año, que al precio actual de la electricidad representaría un valor de RD\$22,830.66.

Barreras y Restricciones para el Ahorro de la Energía

El problema de la energía se puede contemplar esencialmente dentro de los dos siguientes marcos de tiempo:

1. El problema inmediato a corto plazo de la escasez de combustibles y de la reducción de los suministros, aunados a los abruptos aumentos de los costos energéticos.
2. Los problemas, a largo plazo, del equilibrio entre la demanda y el abastecimiento de energéticas, el cual puede aumentar, con el tiempo, mediante nuevas fuentes de energía y de resolver las dificultades relacionadas con la balanza de pagos.

El intercambio entre las naciones (y entre las industrias dentro de cualquier nación en particular) de la tecnología existente o de aquella que está en proceso de desarrollo ofrece un **considerable** potencial para aliviar el problema inmediato y/o a corto plazo. Las resoluciones a la escasez de energéticos a largo plazo, requerirán programas de investigación y desarrollo de gran envergadura, a fin de idear y aplicar con la mayor eficacia, una nueva tecnología, por ejemplo la solar, para el suministro de energía y para utilizar aquellas que estén disponibles para la industria.

En las secciones anteriores de este trabajo se han descrito varias de las medidas o técnicas que podrán conducir a un ahorro de energía significativo en los procesos de fabricación y en los edificios.

Una de las restricciones que podríamos mencionar en la industria cementera, por citar un caso específico, es la imposición de normas ambientales estrictas que requieren de una inversión considerable en instalaciones para el control de la contaminación. Esta necesidad de fondos de capital reduce la capacidad de las compañías, de modernizar las plantas existentes, o de construir nuevas plantas eficientes en el uso de la energía. Asimismo, las normas que requieren un nivel muy alto de eliminación de polvo de las normas y de los gases de desecho del enfriador, por lo general conducen al uso de cantidades considerables de ener-

gía, con objeto de operar los precipitadores electrostáticos. De esta manera, existe un intercambio en relación con el logro de un estricto control de contaminación y el mejoramiento de la eficiencia de la energía, lo cual es factible desde el punto de vista tecnológico, en la fabricación de cemento Portland. La decisión respecto al punto de intercambio apropiado es difícil de encontrar en la mayor parte de los países, a causa de las conflictivas realidades de índole tanto política como económica.

INDOTEC y su División de Recursos Energéticos.

Recientemente la División de Recursos Energéticos del INDOTEC, confeccionó la "Guía para el Ahorro de Energía en el Sector Industrial" (Acosta, J. R., y Santaella, J., Julio, 1979), la cual representa un paso más de colaboración al sector industrial para lograr ahorrar aumentando la productividad del mismo. En razón de que se optimiza el uso de los insumos básicos como es la energía. Esta guía ha sido publicada y está siendo distribuida.

Además, con el objeto de favorecer la adopción de medidas de ahorro, la División de Recursos Energéticos del INDOTEC establecerá un Servicio de Asistencia Técnica permanente, que posibilite la Gestión Energética en las empresas, sólo de este modo, la conservación de energía podrá ser efectiva y contribuirá considerablemente a la solución del problema energético en las industrias.

Es importante hacer notar que el INDOTEC establecerá el sistema de Auditorías, lo cual permitirá conocer el contenido energético final de los productos, considerando los sucesivos incrementos energéticos aportados en las sucesivas etapas de transformación de todos sus componentes. Esto se realizará con el objetivo de facilitar una reestructuración industrial que permitiese la fabricación de productos sustitutos de menor contenido energético.

En una gran mayoría de países, como el nuestro, unas cuantas industrias responden por el mayor consumo de energía, aunque en otros los precios tradicionalmente altos de los combustibles han tenido como resultado que se ponga mayor atención a las prácticas industriales para el ahorro de energía. Ningún país es poseedor de un conocimiento completo en cuanto a la tecnología y las prácticas óptimas en los diferentes sectores de la industria. Se deduce que la auditoría energética, como medida de ahorro y conservación, se convertirá en un componente de la estrategia nacional para emplear de forma racional y económica el

consumo de energía en el sector industrial. Realmente, el impacto de la aplicación de esta medida dependerá, no sólo del éxito de los perfeccionamientos técnicos, sino también de factores no técnicos. Evidentemente, son suficientemente altos los beneficios potenciales y las posibilidades técnicas para que la auditoría energética desempeñe un papel vital con este importante sector de la vida económica dominicana.

Por todo lo expuesto, se debe convertir la "Conservación de la Energía" en un componente vital de la ética empresarial, además, es conveniente percibirla dentro de los conceptos económicos del desaparecido Dr. Schumacher, (Schumacher, E. F. Dr., 1973), ya que nuestro sistema económico requiere mayor producción con menor cantidad de insumos y, ya que el consumo es una función del bienestar, algún día produciremos una mayor cantidad de bienestar usando la menor cantidad de insumos. La conservación de energía nos facilitará el camino.

REFERENCIAS

1. ACOSTA, J. R., & SANTAELLA, J. G., "Guía para el Ahorro de Energía en el Sector Industrial". Santo Domingo — Julio, 1979.
2. ACOSTA, J.R. "Perspectivas de la Situación Energética en la República Dominicana". San Juan Puerto Rico, 1979.
3. BLOSSON, J. S. "How to Develop an Energy Conservation Program". Enero, 1975.
4. CANARIO, Gil Manuel. "Estudio de Carga y Demanda de Energía Eléctrica". INDOTEC. Santo Domingo — Julio, 1979.
5. ROBERTSON, J. C. "Energy Conservation in Existing Plants". Blond and Briggs. U.S.A., 1979.
6. REAY, D. A. "Industrial Energy Conservation". International Research and Development Co., Ltd. USA., Febrero, 1978.
7. SANTAELLA, J. G. & CANARIO, Gil Manuel. "Coyuntura de la Energía Solar en los Países en Vías de Desarrollo". Santo Domingo. Febrero, 1980.
8. SANTAELLA, J. G. "La Auditoría Energética: Una Solución de Ahorro y Conservación de Energía en el Sector Industrial". Seminario Taller sobre el papel de la Universidad ante la crisis energética. U.C.M.M. — Santiago, R. D. — Mayo, 1980.
9. SCHUMACHER, E. F. Dr. "Small is Beautiful"; Blond and Briggs". London England, 1975.

editora
AO
alfa y omega

*Esta monografía se terminó de imprimir
durante el mes de abril de 1982
en los talleres de la Editora
ALFA & OMEGA.
Santo Domingo, República
DOMINICANA.*

COLECCION MONOGRAFIAS

No. 1: BIBLIOGRAFIA SOBRE RECURSOS HIDROBIOLOGICOS DE LA REPUBLICA DOMINICANA.

Lic. Narciso Almonte C.

Lic. Francisco Xavier Arnemann.

No. 2: APUNTES SOBRE EL CULTIVO DE TILAPIA.

Lic. Josefina Gómez de Peña.

No. 3: CUANTIFICACION Y CONFIABILIDAD DE LA PRODUCCION LANGOSTERA DE LA REPUBLICA DOMINICANA.

Dr. Gerard Gaugé.

No. 4: INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA SOBRE AHORRO Y CONSERVACION DE ENERGIA.

Ing. Joaquín Gerardo Santaella.

No. 5: INVESTIGACION BIBLIOGRAFICA SOBRE ENERGIA SOLAR.

Ing. Gil Manuel Canario.

INDOTEC - CENICIT

CENICRO DE INFORMACION CIENTIFICA Y TECNOLOGICA

AV. NUÑEZ DE CACERES • APARTADO POSTAL 329-2 • SANTO DOMINGO D. N.