



INDICE

	Página
INTRODUCCIÓN	01
OBJETIVO DEL PROYECTO	02
METODOLOGIA	03
CAPITULO I	
MARCO INSTITUCIONAL DEL SUB-SECTOR ELECTRICO	
1. MARCO INSTITUCIONAL DEL SUB-SECTOR ELECTRICO	04
CAPITULO II	
MARCO LEGAL DE LA COGENERACION	
2. MARCO LEGAL DE LA COGENERACION	08
2.1 Nueva Ley del INDE	08
2.2 Ley General de Electricidad	10
2.3 Ley de Fomento al Desarrollo de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía	12
CAPITULO III	
MARCO CONCEPTUAL DE LA COGENERACION	
3. MARCO CONCEPTUAL DE LA COGENERACION EN GUATEMALA	15
CAPITULO IV	
ANALISIS TECNICO ENERGETICO DE LA COGENERACION	
4. ANALISIS TECNICO ENERGETICO DE LA COGENERACION	17
4.1 Utilización de Vapor	18
4.2 Cambios para Eficientizar el Proceso en Ingenios	20
4.2.1 Efectos por Cambio en Calderas	21
4.2.2 Efectos por Cambio en Pri-motores	21
4.2.3 Efectos por Cambio en Casa de Cocimiento	23
CAPITULO V	
RESULTADO DE LA EVALUACION TECNICA	
5. RESULTADO DE LA EVALUACION TECNICA DEL POTENCIAL DE LA COGENERACION	24
5.1 Resultado de los Cambios Operados en los Ingenios	26



CAPITULO VI	
PARTICIPACION DE LA COGENERACION EN EL BALANCE ENERGETICO	
6. PARTICIPACION DE LA COGENERACION EN EL BALANCE ENERGETICO	32
CAPITULO VII	
ASPECTOS SOCIALES DE LA COGENERACION	
7. ASPECTOS SOCIALES DE LA COGENERACION ELECTRICA	38
CAPITULO VIII	
IMPACTO ECONOMICO DE LA COGENERACION	
8. EL IMPACTO ECONOMICO DE LA COGENERACION ELECTRICA	43
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	
CONCLUSIONES	47
RECOMENDACIONES	50
BIBLIOGRAFIA	51
ANEXOS	
■ BOLETA DE ENCUESTA	
■ LISTA DE INSTITUCIONES QUE SE VISITARON Y/O ENCUESTARON	
■ EQUIPO IMPORTADO PARA UN PROYECTO DE COGENERACION	
■ ESTADÍSTICAS DE ASAZGUA	



GLOSARIO

ATAGUA	Asociación de Técnicos Azucareros de Guatemala. Asociación privada y exclusiva a profesionales y técnicos vinculados a la industria azucarera de Guatemala.
ASAZGUA de	Asociación de Azucareros de Guatemala. Asociación privada y exclusiva de propietarios de ingenios azucareros de Guatemala.
BANGUAT	Banco de Guatemala. Institución rectora de la banca y las finanzas nacionales.
Biomasa	Masa integrada por componentes biodiversos con características de combustibilidad. Para el presente caso se refiere a la masa sujeta de combustión en los ingenios basada en bagazo de caña.
Bars	Unidad de medida para la presión atmosférica.
BTU	Unidad inglesa de medida de temperatura.
Bunker	Combustible derivado del petróleo.
Caldera	Equipo para combustión.
CONAMA	Comisión Nacional del Medio Ambiente. Ente regulador oficial del ambiente y la ecología en Guatemala.
cm.Hg.vc	Centímetros de Mercurio al Vacío. Unidad de medida de presión con referencia al mercurio en condiciones de vacío.
Diesel	Combustible derivado de petróleo.
Distribuidor	Persona Individual o Jurídica que realiza la etapa de distribuir el fluido eléctrico.
EEGSA	Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. Entidad privada encargada de la comercialización del fluido eléctrico en los departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez.
Fuel Oil	Combustible Derivado del Petróleo
GW	Gigawatts. Unidad de medida de energía cuya raíz es watts con el sufijo Giga que significa mil millones de., en este caso mil millones de watts.
Geotermia	Energía de base calorífica que proviene del subsuelo. Geos=tierra, termia=calor.
Hidroelectricidad	Energía de base hídrica, por lo general derivada del embalse de una corriente de agua.
HP	Caballos de Fuerza. Unidad de medida de fuerza.
INDE	Instituto Nacional de Electrificación. Entidad nacional descentralizada a cargo de la electrificación del país con funciones de generación, distribución, transporte y comercialización en todo el territorio nacional. Es la entidad rectora de la electricidad.
Kv	Kilovatio. Unidad de medida de electricidad expresada en miles.
Kv/hr	Kilovatio por hora. Unidad de medida de electricidad expresada en miles por unidad de tiempo expresada en horas
Kv/hr/hab	Kilovatio por hora por habitante. Unidad de medida de consumo de electricidad por habitante, expresada en miles de vatios por unidad de tiempo expresada en horas



Kv/hr	Kilovatio por hora. Unidad de medida de electricidad expresada en miles por unidad de tiempo expresada en horas
MW	Megawatts. Unidad de medida de energía cuya raíz es watts con el sufijo Mega que significa millones de..., en este caso millones de watts.
Mercado de Mayoristas	Ubicación técnico legal de los comerciantes mayoritarios de la electricidad
Miles de TC	Miles de Toneladas de Caña. En este caso de Caña de Azúcar.
Mz	Manzana. Unidad de medida de área. En agricultura equivale a 10 mil varas cuadradas. $1 \text{ m}^2 = 1.43 \text{ mz}$
qq	Quintales. Unidad de medida de peso.
SIN	Sistema Nacional Interconectado. Red de distribución del fluido eléctrico a nivel nacional.
Termoelectricidad	Energía de base térmica, por lo general derivada de la combustión de algún derivado de petróleo.
Transformador	Equipo de transformación de energía. Unidades que recogen vapor y lo transforman en energía.
Turbogenerador	Equipo generador de energía con capacidad incrementada a la normal.
Zafra	Período de corte y cosecha de la caña de azúcar.



RESUMEN

El presente trabajo de investigación versa sobre la importancia que tiene para el país el proceso de la Cogeneración de Electricidad por medio de los ingenios azucareros. Parte haciendo un breve análisis de la estructura institucional que rige el subsector eléctrico, resaltando la participación del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) en la generación y distribución de la electricidad.

El trabajo aborda seguidamente, el marco legal que facilita la cogeneración en general, puntualizando los aspectos que la industria azucarera toma en cuenta para poder ingresar al mercado de la energía. Además, se hace un análisis del marco conceptual de la Cogeneración energética en Guatemala y de los aspectos técnicos sobre los que descansa la posibilidad de que los ingenios participen en la generación de electricidad en un mercado de competencia.

Derivado de lo anterior, el trabajo aborda cual es la importancia que la cogeneración tiene dentro de la oferta energética nacional y los aspectos técnicos del proceso de la cogeneración evaluando algunos resultados en el marco de los últimos seis años, período en el cual se registran experiencias de cogeneración y venta de electricidad por parte de los ingenios al sistema nacional.

También, el estudio enfoca los elementos de carácter socioeconómico que conlleva el proceso de la cogeneración, resaltando el aporte social en cuanto a la generación de empleo en el área rural de Guatemala. Asimismo, se evalúa el impacto que la cogeneración tiene a nivel de la economía, sobre todo en los efectos a nivel de la Balanza de Pagos.

Finalmente, el estudio llega a una serie de conclusiones sobre las ventajas y desventajas que la cogeneración de los ingenios azucareros representa para el país, sugiriendo algunas recomendaciones sobre el particular.



EVALUACION DEL IMPACTO ENERGETICO, SOCIOECONOMICO Y FINANCIERO DEL PROCESO DE COGENERACION ELECTRICA EN LA INDUSTRIA AZUCARERA

INTRODUCCION

Los ingenios azucareros en Guatemala son industrias que están en capacidad de producir la energía que requieren para su operación, la cual obtienen de la combustión del bagazo de la caña de azúcar, elemento derivado de la molienda y que se considera un desecho de la fábrica. Varios ingenios incluso registran exceso de bagazo, provocando contaminación con su disposición en los ríos y barrancos de la zona.

El estancamiento en el crecimiento de la oferta energética en el país, como resultado de la crisis financiera del sector, la baja cobertura del servicio de electricidad a nivel nacional y el marcado interés de la política energética por dar participación al sector privado en el mercado de la electricidad, han despertado el interés por encontrar mecanismos alternos de producir electricidad. Diversos estudios sobre el particular, identifican a los ingenios como elementos susceptibles de contribuir en la dotación de energía porque están en la capacidad de generar con fuentes alternas al petróleo, utilizar combustible renovable, estar ubicados en el área rural y contar con la infraestructura básica para ello.

Varios ingenios iniciaron proyectos de cogeneración, primero eficientando sus operaciones, y luego incrementando su capacidad para producir electricidad, situándose actualmente como vendedores de energía en el contexto de la privatización del sector.

El sector agroindustrial del país tiene en los ingenios azucareros uno de sus principales exponentes, no sólo por el peso de su participación en la generación de divisas, sino también por el nivel de absorción de mano de obra que significa en el área rural. La diversificación de sus capacidades productivas se impera actualmente como parte del reto que tiene el sector privado ante el empuje de las políticas neoliberales; en este sentido, es una opción interesante su posibilidad de generar electricidad para servicio de terceros consumidores al mismo tiempo que da paso al empleo de una parte importante de los desechos contaminantes derivados de la fabricación del azúcar.

La experiencia de los últimos 10 años, período en que estuvo en vigor el Decreto Ley No. 20-86, permitió que varios ingenios incrementaran sus posibilidades de diversificación productiva, mejoraran sus eficiencias internas de fábrica y abrieran sus expectativas a nuevos mercados de productos alternos, posibilitando un crecimiento económico importante. Esta situación se ve potenciada en el presente en que ocurren fenómenos económicos favorables en el contexto de la liberalización de la economía, la privatización de los entes reguladores del sector energía en Guatemala y la aplicación de las políticas de modernización del Estado, aspectos que la agroindustria azucarera ha venido aprovechando positivamente, consolidando su posición e intereses económicos.

Dentro de este contexto, el presente trabajo de investigación busca evaluar e identificar cual es la posibilidad de que la cogeneración, vía los ingenios azucareros pueda contribuir a incrementar la oferta de electricidad, principalmente para los sectores rurales, y contribuir de ese modo a solventar el déficit de electricidad que afecta a cerca del 60% de la población.

Inicialmente la investigación toma como referencia el concepto de cogeneración aplicado a la exposición de motivos del Decreto Ley No. 20-86 "Ley de Fomento de las Fuentes Nuevas y Renovables de Energía", que establece que cogenerar es producir energía a partir de procesos existentes, susceptibles de mejorar su eficiencia para que derivado de ello se aprovechen excedentes de energía, los cuales pueden ser destinados para consumo de terceros, después de que se hayan satisfecho las demandas propias del proceso.



En este caso, los ingenios califican idóneamente, pues son fábricas energéticamente autosuficientes, consumen un combustible de desecho como lo es el bagazo de la caña de azúcar, el cual ellos mismos procesan en su molienda, producen vapor a través de quema en calderas de este bagazo y con el vapor presionado accionan turbinas que generan la electricidad que requieren para sus operaciones.

Los resultados de la investigación realizada, se presentan a partir del capítulo I, donde se hace un breve análisis de la estructura institucional que rige el subsector eléctrico, resaltando la participación del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) y de la Empresa Eléctrica de Guatemala (EEGSA) en la generación y distribución de la electricidad. Se incluye un detalle del programa de expansión del subsector eléctrico y la participación que la generación hidro y térmica tienen en la actualidad.

En el segundo capítulo, se hace un análisis del marco legal que incentiva la participación de los ingenios en la cogeneración de electricidad, señalando los beneficios fiscales y financieros que establece el Decreto Ley No. 20-86. En este mismo capítulo se analiza el contenido de la Ley General de Electricidad que constituye el marco regulatorio para el mercado de la electricidad y que promueve la participación del sector privado en la generación, transformación, transporte y distribución de la energía eléctrica.

El capítulo tercero, ilustra las distintas etapas del proceso de cogeneración, de manera de objetivizar las fases de operación que se dan en el mismo. El capítulo cuarto por su parte, contiene el análisis técnico de la cogeneración, considerando como elemento base, la mejora de la eficiencia en el proceso de fabricación del azúcar, que posibilita un incremento de la disponibilidad de electricidad para la venta a consumidores externos.

El capítulo quinto, describe el resultado de los cambios mencionados en el capítulo cuarto. Aunque la investigación cubrió los ingenios mas importantes, el trabajo da énfasis a 6 de ellos, los cuales se encuentran en etapa de producción y venta de energía.

El capítulo sexto, muestra como la cogeneración ha empezado a ocupar un lugar importante dentro del escenario energético nacional, al comparar su participación en el Balance Energético.

El capítulo séptimo, enfoca los elementos de carácter social que conlleva el proceso de la cogeneración, resaltando la generación de empleo en el área rural de Guatemala, sobre todo considerando que la cogeneración ha estado propiciando el incremento de las áreas de cultivo de la caña de azúcar.

El último capítulo del trabajo, evalúa el impacto que la cogeneración tiene a nivel de la economía, sobre todo en los efectos sobre la Balanza de Pagos, considerando que la producción de electricidad en buena medida deriva del consumo de un combustible renovable, evitándose con ello la importación de petróleo y el gasto en divisas que ello significaría.

OBJETIVO DEL PROYECTO

Contribuir al desarrollo económico nacional mediante el estudio de las condiciones que fomenten la independencia energética, basada en el aprovechamiento de los recursos naturales renovables del país.

A nivel específico el proyecto busca:

- Cuantificar el potencial de recursos biomásicos derivados de la agroindustria



azucarera, susceptibles de ser aprovechados en la generación de electricidad.

- Identificar los aspectos legales e institucionales para la integración de la agroindustria azucarera como productora de electricidad.
- Identificar los impactos socioeconómicos y las implicaciones financieras derivadas de este proceso.

METODOLOGÍA

El trabajo basa su análisis en la recolección de información directa sobre campo, mediante la aplicación de una encuesta, apoyada con entrevistas no dirigidas a personas e instituciones vinculadas a la agroindustria azucarera, el sector energía, centros de investigación y bibliografía especializada.

Se contó desde un inicio con textos básicos de fabricación de azúcar, informes anuales de balances energéticos, informes específicos de planificación sectorial energética, legislación vigente, estadísticas sobre producción-consumo-compra-venta de electricidad, teoría sobre cogeneración y casos de producción de electricidad de México, República Dominicana y Cuba, boletines estadísticos de ASAZGUA, banco de datos de ATAGUA, proyecciones macroeconómicas del BANGUAT, etc.

Se aplicó una boleta de encuesta a los ingenios y a instituciones tales como INDE, EEGSA, Ministerio de Energía y Minas, ASAZGUA, etc. cuyos resultados fueron depurados y adaptados en cada caso. Luego se realizó un análisis de la información, se cruzó esta información con otras fuentes y referencias, se evaluó su importancia en razón de resultados y datos registrados por entidades oficiales, tal el caso de la producción de electricidad que cada ingenio anota con respecto a los valores que EEGSA ha pagado.

La metodología incluyó una valoración analítica de los cuadros de resultados a la luz de entrevistas con personeros de diversas organizaciones tales como la Comisión de Energía del Congreso de la República, el Ministerio de Energía y Minas, etc.

Por último se realizó una revisión completa de todos los cuadros y cuantificaciones, de manera de consolidar los conceptos, resultados y comentarios sobre la investigación.



CAPITULO I

MARCO INSTITUCIONAL DEL SUBSECTOR ELECTRICO

1. MARCO INSTITUCIONAL DEL SUBSECTOR ELECTRICO

El sistema nacional interconectado (SIN) lo conforman todas las plantas generadoras, líneas de transmisión, sub-estaciones y líneas de distribución, tanto del Instituto Nacional de Electrificación (INDE), de la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A. (EEGSA) como de los generadores privados, lo cual permite que sea posible el proceso de generación, transformación y distribución de la energía eléctrica en Guatemala.

La EEGSA se encarga de distribuir y administrar la energía eléctrica que se consume en la región central del país (departamentos de Guatemala, Escuintla y Sacatepéquez) en donde atiende a más de 400,000 usuarios mientras que el INDE se encarga de distribuir electricidad al resto de departamentos de la República, atendiendo a más de 300,000 usuarios en pequeños poblados y zonas rurales. Además participan 10 empresas eléctricas municipales que abastecen en total alrededor de 60,000 usuarios. Cabe hacer notar que el INDE abastece de electricidad en forma directa (ventas al detalle) y por medio de ventas en bloque a la EEGSA, a las empresas municipales y a algunas empresas privadas que distribuyen la energía en sus localidades.¹

En promedio el 85% del consumo de electricidad se encuentra en el área metropolitana y en los departamentos de Escuintla y Sacatepéquez, mientras que el 15% se consume en el resto de la República. El consumo per cápita de electricidad es de 125 kwh/habitante/año, en tanto que el promedio para América Latina es de 1,200 Kwh/habitante/año. Se estima un coeficiente de electrificación nacional del 41% de la población, lo cual es sumamente bajo. El incremento de la demanda de electricidad se calcula en el 7% anual, lo cual significa 40 MW adicionales cada año.² De acuerdo al Plan Nacional de Energía (PNE) las metas para el año 2,000 son aumentar la capacidad de generación en 442 MW, de los cuales 252 MW se espera sean hidráulicos, 70 MW geotérmicos y 100 MW termoeléctricos.

El país cuenta con un potencial hidroeléctrico técnicamente explotable de 5,000 MW y de energía geotérmica de 2,000 MW. La capacidad instalada de generación del Sistema Nacional Interconectado (SIN) es de 1017.4 MW, de los cuales corresponden al INDE 486.9 MW vía hidroeléctricas y 202 MW de tipo térmico. La EEGSA participa con 123 MW de índole térmico y a los Cogeneradores privados les corresponden 205.5 MW principalmente de orden térmico. Lo anterior implica que el INDE cuente con el 68% de la capacidad instalada del país, EEGSA con el 12% y los Cogeneradores con el 20%.³

Para cubrir la demanda actual de electricidad, el INDE es el que mas energía aporta (1974 GWH), mientras que los generadores privados aportan 1310 (GWH). La EEGSA por su parte contribuye con 1283 (GWH). El sistema de transmisión está constituido por todas las líneas que operan en 230-138-69 KV, las que transportan la energía de los centros de producción a los centros de carga. Las líneas de 230 KV transportan el 80% de la generación total del país, además de interconectar con la República de El Salvador.⁴ El nivel de 138 KV esta orientado para enlazar la planta Jurún Marinalá con la planta Mauricio y Guatemala-Sur.

El voltaje de 69 KV es empleado para distribuir energía a las sub-estaciones de distribución donde se reduce a 34.5 KV ó 13.2 KV en las distintas áreas de servicio. Se cuenta con sub-estaciones en

¹ INDE. "Políticas y Estrategias del Subsector Eléctrico de Guatemala". Marzo de 1993. Pag. 2

² SEGEPLAN. "Situación Actual del Subsector de Energía Eléctrica en Guatemala". 1991. Pag. 1

³ INDE. "Memoria de Labores de 1996". Pag. 20

⁴ INDE. "Capítulo XI, Sector Energía." Fotocopia. Abril de 1993. Pag. 3



20 departamentos de la República, para atender la demanda de energía y potencia en toda Guatemala.

Las más recientes sub-estaciones son la Alborada en Escuintla y Santa Cruz Mulúa en Retalhuleu inauguradas a principios de 1993, funcionando en una tensión de 230 KV.⁵

Se ha mejorado el sistema de transmisión de 230 KV mediante la adición de las líneas de Champerico-Mulúa, La Esperanza-Mulúa, Mulúa-frontera con México y Verapaces-Río Dulce, así como las sub-estaciones de las Verapaces, Río Dulce y la Esperanza, con lo cual se dará mayor confiabilidad al Sistema Nacional Interconectado.

En 1991 el INDE construyó 60 Kms. de líneas de transmisión y 1,119 Kms. de redes de distribución y en 1992 construyó 140 Kms. de líneas y 1,292 Kms. de redes de distribución, lo cual permitió conectar a 49,420 usuarios en 1992 y 46,200 en 1993. ⁶. Desde 1991 se han tomado una serie de medidas y estrategias para mejorar la situación del subsector, dentro de éstas sobresalen :⁷

- Reparación de 60 MW del INDE y 28 de EEGSA.
- Adición de la termoeléctrica de 50 MW (STIG) en enero de 1992.
- Adición de plantas termoeléctricas en barcazas (ENRON) de 110 MW en enero de 1993.
- Rehabilitación y Mantenimiento de 142 MW en plantas hidroeléctricas: Jurún Marinalá (60 MW), Aguacapa (80 MW) y el Porvenir (2 MW).
- Mantenimiento correctivo y preventivo de Chixoy (300 MW).
- Programación y gestión de financiamiento para la rehabilitación de la hidroeléctrica Los Esclavos (13 MW) y otras hidroeléctricas menores.
- Construir línea de transmisión de 230 KV desde Puerto Quetzal a Escuintla (60 Kms.) y construcción de la subestación 230/69 KV La Alborada, de EEGSA, para transmitir la electricidad de ENRON.
- Construcción de la línea de transmisión de 230 KV Escuintla-Los Brillantes (Retalhuleu) de 110 Kms de longitud ; construcción de la subestación Los Brillantes de 230 KV/69 con 2 campos para 230 KV y 8 para 69 KV, y ampliación de la subestación Escuintla, para mejorar el transporte de electricidad centro-occidente, la conexión de plantas futuras y la interconexión con México.
- Están finalizados estudios de factibilidad de los proyectos hidroeléctricos : Santa María II (60 MW), El Palmar (23 MW), Río Grande de Zacapa (129 MW), Serchil (90 MW) y Río Bobos (12 MW) .
- Se finalizaron los estudios de factibilidad para la perforación de pozos de la planta geotermoeléctrica de Zunil I.
- Se finalizaron los estudios de prefactibilidad de los campos geotérmicos de Zunil II.
- En el campo de la cogeneración , básicamente con ingenios azucareros, se han conectado alrededor de 6 MW y se tienen ofertas de otros 15 MW con energía secundaria. Se espera que se adicione 20 MW en 1998, 20 MW en 1999 y 30 MW mas para el año 2000. No obstante, hay ofertas de ingenios que representa incorporar hasta 164 MW lo que supera las actuales expectativas.

⁵ Ibidem. Pag. 4

⁶ SEGEPLAN. "Situación Actual del Subsector de Energía Eléctrica en Guatemala". 1991. Pag. 2

⁷ Ibidem. Pag. 3



Según se muestra en el Cuadro 1, en el país existen 33 plantas con 77 unidades de generación, las que poseen en su conjunto 1,017.4 MW de capacidad instalada.

CUADRO 1

PROGRAMA DE ADICIÓN DE CENTRALES GENERADORAS : 1991-2005

PROYECTO	POTENCIA (MW)	ENERGÍA (MW)	FECHA ENTRADA EN OPERACIÓN	ESTADO ACTUAL
GEO ZUNIL 1	15	110	1994	Ejecución
RIO BOBOS	8	46	1994	Contratación
VAPOR III	100	700	1994	Diseño
SANTA MARIA II	68	177	1996	Estudios
EL PALMAR	54	180	1998	Estudio
GEOTERMICA II	55	430	1999	Estudio
SERCHIL	80	209	2000	Estudio
JOCOTAN	40	148	2000	Estudio
VAPOR IV	100	700	2001	Perfil
CHULAC	334	1222	2003	Estudio
TOTAL	854	3922		

Fuente : INDE



CUADRO No 2

CAPACIDAD INSTALADA DEL SISTEMA NACIONAL INTERCONECTADO -SIN-

PROPIEDAD	TIPO	NOMBRE	UNIDADES	FECHA INSTALACIÓN	CAPACIDAD INSTALADA (EN MW)	
INDE	HIDROELECTRICAS	CHIXOY	5	1983	300.0	
		AGUACAPA	3	1982	90.0	
		JURUN	3	1970	60.0	
		MARINALA				
		ESCLAVOS	2	1966	13.5	
		SANTA MARIA	3	1923	6.0	
		SAN LUIS	2	1927	5.0	
		EL SALTO	2	1938	5.0	
		RIO HONDO	2	1960	2.8	
		EL PORVENIR	1	1968	2.3	
		PALIN	3	1962	1.6	
		CHICHAJC	2	1979	0.7	
		SUB-TOTAL			28	486.9
		TERMICA	VAPOR 1	1	1972	33.0
			VAPOR 2	1	1977	53.0
GAS 1	1		1965	12.5		
GAS 2	1		1968	12.5		
GAS 3	1		1976	25.0		
GAS 4	1		1976	25.0		
GAS 5	1		1985	41.0		
SUB-TOTAL				7	202.0	
EEGSA	TERMICAS PROPIAS	VAPOR 1	1	1948	3.5	
		VAPOR 2	1	1950	3.5	
		VAPOR 3	1	1959	13.0	
		VAPOR 4	1	1961	13.0	
		GAS 1	1	1964	11.0	
		GAS 2	1	1978	23.0	
		GAS 3	1	1978	23.0	
		GAS 4	1	1989	33.0	
		SUB-TOTAL			8	123.0
COGENERADORES	COGENERACION	ENRON-POWER S & S	20	1993	110.0	
		CAPULIN	1	1992	50.0	
		PANTALEON	2	1991	4.0	
		CONCEPCION	3	1992	14.0	
		MAGDALENA	2	1992	10.0	
		SANTA ANA	2	1993	5.0	
		SANTA ANA	4	1993	12.5	
		SUB-TOTAL			34	205.5
TOTAL			77		1017.4	

FUENTE : INDE



CAPITULO II

MARCO LEGAL DE LA COGENERACION

2. MARCO LEGAL DE LA COGENERACIÓN

El proceso de generación, transporte y distribución de electricidad en Guatemala había estado regulado normalmente por la Ley del Instituto Nacional de Electrificación (INDE) Decreto Legislativo No. 1287 del 27 de marzo de 1959, el cual estableció los mecanismos a seguir para poder entrar al negocio de la electricidad, y era el Consejo Directivo que lo conformaba, el órgano encargado de proponer al ejecutivo los niveles tarifarios. Esta institución se creó con el carácter de “entidad estatal descentralizada, con autonomía funcional, personalidad jurídica, fondos privativos y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.”

La Empresa Eléctrica de Guatemala S. A. (EEGSA) por su parte, se organiza en 1894 por tres ciudadanos alemanes, hasta que en 1919 el Gobierno de Manuel Estrada Cabrera nacionaliza los bienes alemanes como indemnización de guerra contra Alemania. En 1918 la Electric Bond and Share - EBASCO- respaldada por el Departamento de Estado del Gobierno de los Estados Unidos logra negociar con el Gobierno de Estrada Cabrera el arrendamiento de dicha empresa por 50 años.

El 18 de mayo de 1972 el Gobierno de Arana Osorio autoriza la emisión de Q18.0 millones en bonos para la compra de las acciones de la Empresa Eléctrica en poder de Boise Cascade Corporation, pasando el 96.7% de las acciones a manos del Gobierno de Guatemala y el restante 3.3% quedó en propiedad del sector privado, lo que dio a la Empresa Eléctrica el carácter de empresa mixta, con la connotación de que los intereses del sector privado han predominado en la toma de decisiones.⁸

Aun cuando en el negocio de la electricidad tradicionalmente se había manejando por la vía estatal (INDE, EEGSA y empresas eléctricas municipales), la Constitución de la República de Guatemala ha dejado planteado por muchos años (artículo No. 129), que en la producción de electricidad puede participar el sector privado.

En los últimos años la economía nacional ha experimentado una serie de cambios enmarcados dentro del proceso de la globalización y ajuste estructural impulsado por los organismos financieros internacionales, que ha implicado promover la modernización de la economía, aspecto que se ha concretizado en una mayor apertura hacia el exterior y la reestructuración del aparato estatal, en función de una mayor participación de los agentes privados, bajo el esquema de la desmonopolización.

La idea de que el Estado debe relegar al sector privado las actividades productivas que no puede cumplir (papel subsidiario) ha pasado a ser fundamental, lo que ha motivado la necesidad de un ordenamiento que para el caso del sub-sector eléctrico se ha materializado en propuestas concretas de tipo legal, que en primera instancia esta permitiendo el proceso de la desmonopolización en este sub-sector.

2.1 Nueva Ley del INDE

Dentro del marco de la problemática del sub-sector eléctrico brevemente esbozada, se inicia el proceso de la desmonopolización, para lo cual el primer paso consistió en que el Gobierno del Lic. Ramiro De León Carpio, nombrara a una Comisión Multisectorial que se ocuparía de proponer soluciones integrales a la problemática del sub-sector eléctrico.

⁸ CEUR. “La electrificación en Guatemala: análisis de los proyectos de ley presentados al Organismo Legislativo. USAC. Mayo de 1996. Pag. 10



Esta Comisión quedó convocada oficialmente el 24 de junio de 1993 y estuvo integrada por representantes del Ministerio de Energía y Minas, el Ministerio de Finanzas Públicas, la Cámara de Asociaciones Agrícolas, Comerciales, Industriales y Financieras (CACIF), el Sindicato de Trabajadores del Instituto Nacional de Electrificación (STINDE), el Instituto Nacional de Electrificación (INDE), la Empresa Eléctrica de Guatemala S.A (EEGSA) y de la Comisión de Energía y Recursos Naturales del Congreso.⁹ Dentro de las Conclusiones y Recomendaciones de la mencionada Comisión destacan:

- a) Desmonopolizar el sub-sector eléctrico.
- b) Establecer mecanismos para que las relaciones entre los agentes que participen en el sub-sector se realicen en un marco de transparencia, competencia y eficiencia, eliminando la injerencia política.
- c) Garantizar que los agentes que participen en cualquiera de las funciones del servicio (generación, transmisión, distribución y comercialización) operen en igualdad de condiciones en cada una de ellas.
- d) Revisar la legislación y estructuración de las empresas públicas del sub-sector para ponerlas en condiciones que les permita competir en el mercado.
- e) Garantizar que los recursos naturales renovables y no renovables aplicados al sub-sector sean utilizados racionalmente.
- f) **Promover el uso de fuentes alternas de energía para la generación eléctrica, haciendo efectiva la aplicación de las leyes específicas (Decreto Ley No. 20-86).**
- g) Revisar la estructura de distribución de energía y promover la competencia y reconversión de las empresas distribuidoras, así como **facilitar la participación de nuevas empresas.**
- h) Establecer mecanismos adecuados para la venta de acciones y cualquier otro proceso que permita optimizar los recursos de la EEGSA en el menor plazo posible y previa revaluación de activos.
- i) Todas las empresas eléctricas tendrán la autonomía para administrar su producción, compras y distribución de energía para satisfacer la demanda de potencia y energía de su área de servicio.
- j) Efectuar los cambios necesarios a la legislación vigente, para que cualquier empresa que participe en las actividades del sub-sector eléctrico, **puedan fijar sus propios precios**, conforme lo determinen sus respectivos órganos directivos.

La Comisión Multisectorial propuso además, el texto de proyecto que buscaba sustituir la Ley de Creación del INDE Decreto 1287, situación que finalmente se da el 7 de diciembre de 1994 en que a través del Decreto del Congreso de la República No. 64-94 se deroga el 1287 y todas las disposiciones regulatorias que sobre el sub-sector tenía hasta esa fecha el INDE, con el fin de **sentar las bases de condiciones de mercado en el negocio de la electricidad que estimularan la inversión privada y la electrificación del país.**¹⁰

Dentro de los considerandos de la nueva Ley del INDE se indica que la actual legislación ya no satisface las necesidades del país, y que se hace necesario emitir una ley que sin monopolio o privilegios por parte del INDE, **permita que los particulares inviertan libremente en igualdad de condiciones para todos.**

⁹ COMISION MULTISECTORIAL. "Informe sobre el Subsector Eléctrico. Junio 24/93 a mayo 17/94.

Pag.1

¹⁰ Ibidem. Pag.11



El artículo No 1 de la nueva Ley dice: “ El Instituto Nacional de Electrificación, es una Entidad Estatal Autónoma, la cual gozará de personalidad jurídica, fondos privativos y plena capacidad para adquirir derechos y contraer obligaciones en materia de su competencia.”¹¹

En tal virtud, el INDE, tendrá su propio presupuesto y fondos privativos, siendo su política financiera la de capitalizar sus utilidades netas que obtenga y destinarlas a la financiación y ejecución de sus planes de electrificación. En consecuencia **el INDE ya no dependerá financieramente del Gobierno y administrará su patrimonio en forma independiente del Gobierno Central.**

Cabe hacer notar que el Gobierno Central a través del Acuerdo Gubernativo Número 1-95 de fecha 3 de enero de 1995, vetó el Decreto No. 64-94, estimando “que el Decreto (...) contiene disposiciones (...) inconvenientes desde el punto de vista técnico y financiero (...)”; sin embargo, el Organismo Legislativo por medio del punto Resolutivo No. 5-95 de fecha 2 de febrero de 1995 rechaza el veto del Presidente de la República, dejando vigente el mencionado Decreto.

2.2 Ley General de Electricidad

El artículo No. 50 del Decreto 64-94 publicado el 20 de febrero de 1995, dejó establecido que “(...) en un plazo no mayor de seis meses contados a partir de la vigencia de la presente Ley, el Organismo Ejecutivo **deberá presentar al Congreso de la República, una iniciativa de ley que regule la electrificación nacional en lo relativo a generación, transmisión distribución y comercialización de la energía eléctrica en el país.**”¹²

En base al contenido del artículo anterior, el 15 de Noviembre de 1996 el Congreso de la República promulgó el Decreto 93-96 “Ley General de Electricidad”, la cual plantea dentro de su exposición de motivos que “Guatemala presenta uno de los mas bajos índices de electrificación en Latinoamérica, así como debilidades en la calidad del servicio proporcionado. Esta situación ha sido causada entre otros, por la **ausencia de competencia empresarial** para la prestación del servicio, la dificultad para obtener nuevos capitales y las debilidades en el orden administrativo que presentan las empresas que prestan el servicio actualmente(...)” Agrega, que dentro del objetivo de la Transformación Productiva del Plan de Gobierno se establece: “ (...) **la eliminación de controles y obstáculos a la actividad productiva y al establecimiento de marcos regulatorios modernos para evitar la formación de monopolios y garantizar la protección del consumidor.**”¹³

Dentro de los mecanismos que se plantea para lograr la reestructuración del sub-sector eléctrico, vía la Ley General de Electricidad destacan los siguientes:¹⁴

- La creación de un mercado competitivo entre empresas para fomentar la eficiencia del sub-sector.
- La regulación de aquellos mercados que, por su naturaleza, constituyen monopolios naturales (por ejemplo la transmisión), con el objeto de evitar abusos y proteger al usuario. La creación de un ente autónomo e independiente que garantice plena transparencia en la operación del sistema nacional interconectado.
- **La apertura al sector privado para fortalecer la competencia y estimular la incorporación de nuevas fuentes de capital.**
- Conceder autonomía presupuestal, administrativa y financiera a las empresas estatales para que

¹¹ Ibidem. Pag. 8

¹² Ministerio de Energía y Minas. “Proyecto Ley General de Electricidad”. Exposición de Motivos.

¹³ Ibidem. Exposición de Motivos.

¹⁴ Ibidem. Exposición de Motivos.



puedan operar en un ambiente competitivo y su transformación en sociedades por acciones.

Dentro de los aspectos mas importantes de la Ley General de Electricidad que tienden a motivar la participación del sector privado en las diferentes fases del proceso (generación, transmisión, distribución y comercialización) se citan los siguientes:

- **Es libre la generación de electricidad y no se requiere autorización o condición previa por el Estado**, más que las reconocidas en la Constitución Política de la República y las leyes del país.
- **Es libre el transporte de electricidad y el servicio de distribución privada de electricidad**, cuando para ello no sea necesario utilizar bienes de dominio público. El transporte de electricidad y el servicio de distribución final de electricidad, que implique utilización de bienes de servicio público, estarán sujetos a autorización.
- **Son libres los precios por la prestación del servicio de electricidad, con excepción de los servicios de transporte y distribución sujetos a autorización.** Las transferencias de energía entre generadores, comercializadores, importadores y exportadores, que resulten de la operación del mercado mayorista, estarán sujetas a la regulación de la Comisión y el Mercado Mayorista.
- La Comisión Nacional de Electricidad (CNEE) es un órgano técnico con independencia funcional para el ejercicio de sus atribuciones y funciones como las siguientes:
 - Velar por el cumplimiento de las obligaciones de los adjudicatarios y concesionarios, proteger los derechos de los usuarios y prevenir conductas atentatorias contra la libre competencia, así como prácticas abusivas o discriminatorias.
 - Definir las tarifas de transmisión y distribución sujetas a regulación.
 - Emitir las normas técnicas relativas al sub-sector y fiscalizar su cumplimiento en congruencia con prácticas internacionales aceptadas.
 - Emitir las disposiciones y normativas para garantizar el libre acceso y uso de las líneas de transmisión y redes de distribución de acuerdo con la Ley y su Reglamento.
- Una misma persona, individual o jurídica, al efectuar simultáneamente las actividades de generar y transportar y/o distribuir energía eléctrica en el Sistema Eléctrico Nacional **deberá realizarlo a través de empresas o personas jurídicas diferentes.**
- El INDE y cualquier otra empresa que actualmente se dedique a las actividades de generación, transmisión o distribución, sea esta de capital privado o mixto, separarán sus funciones y administración, dentro del plazo de un año (vencido el 15 de noviembre de 1997).
- **Es libre la instalación de centrales generadoras**, las cuales no requerirán autorización de un ente gubernamental alguno, y sin mas limitaciones que las que se den de la conservación del medio ambiente y la protección de las personas, a sus derechos y a sus bienes. En caso de que se utilicen bienes del Estado se deberá tener autorización del Ministerio de Energía y Minas y un dictamen de evaluación de impacto ambiental avalado por la Comisión Nacional del Medio Ambiente, (CONAMA).
- Se entiende por **autorización** para la instalación de centrales generadoras y prestar los servicios de transporte y de distribución, a aquellas mediante la cual se faculta al adjudicatario para que utilice bienes de servicio público, de conformidad con la ley.



- La administración del Mercado Mayorista estará a cargo de un ente privado, sin fines de lucro, denominado Mercado Mayorista, cuyas funciones son:
 - La coordinación de la operación de centrales generadoras, interconexiones internacionales y líneas de transporte, al mínimo costo para el conjunto de operaciones del mercado mayorista, en un marco de libre contratación entre generadores, comercializadores, incluidos importadores y exportadores grandes usuarios y distribuidores.
 - Establecer los precios de mercado de corto plazo para las transferencias de potencia y energía entre sus agentes, cuando estas no correspondan a contratos de largo plazo libremente pactados.
 - Garantizar la seguridad y el abastecimiento de la energía eléctrica.
 - Si un generador o transportista no opera sus instalaciones de acuerdo a las normas de coordinación emanadas del Administrador del Mercado Mayorista, será sancionado con multa, pudiendo incluso disponerse su desconexión forzosa.
- Están sujetos a regulación los precios de los siguientes suministros:
 - Las transferencias de potencia y energía eléctrica entre generadores, distribuidores, comercializadores, importadores y exportadores que resulten de la operación a mínimo costo del Sistema Eléctrico Nacional, cuando dichas transferencias no estén contempladas en contratos libremente pactados entre las partes (los fija el administrador del Mercado Mayorista). Los peajes a que están sometidos las líneas de transporte e instalaciones de distribución que no hayan sido establecidos por libre acuerdo entre las partes (determinadas por la comisión).
 - Los suministros a usuarios del servicio de distribución final, cuya demanda máxima de potencia se encuentre por debajo del límite señalado por el reglamento (por el momento el límite es de 500 KW.)
 - Son libres los precios no señalados explícitamente en los incisos anteriores.
 - Los peajes que determine la Comisión reflejarán en forma estricta los costos medios de capital y operación de sistemas de transporte económicamente adaptados. Los costos de distribución deberán corresponder a costos estándares de distribuciones de empresas eficientes.
 - Las tarifas a usuarios de servicio de distribución final serán determinados por la Comisión, a través de adicionar los costos de adquisición de potencia y energía referidos a la entrada de la red de distribución con los componentes de costos eficientes de distribución a que se refiere el párrafo anterior. Las tarifas se estructurarán de modo que promuevan la igualdad de tratamiento a los consumidores y la eficiencia económica del sector.
 - Las compras de electricidad por parte de los Distribuidores se efectuarán mediante licitación abierta. Los adjudicatarios del servicio de transporte y distribución final están obligados a permitir la utilización de sus sistemas de transmisión y distribución a terceros, mediante el pago de peajes para que puedan suministrar energía a usuarios a precio libre.

2.3 Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía

Aún cuando la Ley General de Electricidad constituye el marco dentro del cual se inscribe cualquier actividad dedicada a cualquier parte del proceso (generación, transmisión, distribución y comercialización), es importante destacar que en cuanto al proceso concreto de la Cogeneración, existe



desde 1986 la Ley de Fomento al Desarrollo de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía (Decreto-Ley No. 20-86).

Esta Ley tiene como objetivo fundamental el promover y fomentar el aprovechamiento de fuentes nuevas y renovables de energía, fuentes no convencionales y fuentes nuevas en el país, estableciendo incentivos y ventajas legales a “las actividades que involucren uno o más de los siguientes campos: investigación, experimentación, educación, capacitación, promoción, difusión, producción, fabricación de equipos específicos y para el aprovechamiento de fuentes nuevas y renovables de energía y la comercialización de los productos obtenidos de estas actividades”; definiendo como Fuente Nueva y Renovable de Energía (Artículo No.7) “aquellas como la radiación solar, el viento, las mareas, el agua, la geotermia, **la biomasa y cualquier otra fuente de energía que no sea la nuclear ni la producida por hidrocarburos y sus derivados.**”

En consecuencia, dicha Ley se aplica a toda persona individual o jurídica nacional o extranjera que esté interesada en realizar proyectos en el país, con fuentes nuevas y renovables de energía. Tales proyectos gozan de dos tipos de incentivos contemplados en la Ley:

- **FISCALES**

- Importación libre de derechos de aduana, gravámenes conexos, cargas y derechos consulares sobre la importación de materiales fungibles, maquinaria, equipos, repuestos y accesorios para uso o consumo definitivo en el país, siempre que no se produzcan en el mismo.
- Régimen de suspensión temporal, sin caución alguna, de derechos y cargas de aduana y demás gravámenes conexos sobre la maquinaria, equipos y accesorios de propiedad extranjera que se destinen a los proyectos.
- Deducción del impuesto sobre la renta, hasta el 100% del valor de la inversión, para personas domiciliadas en el país.
- Deducción del 100% en el impuesto sobre la renta del monto de las donaciones hechas para los proyectos de fuentes nuevas y renovables de energía.

- **NO FISCALES**

- El Banco de Guatemala establece una línea de crédito para financiar proyectos de este tipo, sí tienen como objetivo:
 - La reducción del consumo de hidrocarburos;
 - El suministro energético en áreas rurales;
 - Mejorar el nivel de vida de la población;
 - El aprovechamiento de los recursos naturales.

Aun cuando la Ley de Fuentes Nuevas data de 1986, no fue sino hasta 1990 en que se aprueban los primeros proyectos de cogeneración (ingenios Santa Ana, Pantaleón y Concepción), y se firman los primeros contratos de venta de electricidad a finales de 1993.

Cabe hacer notar que los ingenios azucareros que han gozado de los beneficios de esta Ley han podido dotarse de la infraestructura física necesaria para cogenerar y vender el excedente del fluido eléctrico al Sistema Nacional Interconectado por la vía de la Empresa Eléctrica de Guatemala; independientemente de los beneficios fiscales que ello les ha representado.



En el proceso de la cogeneración, los ingenios se han apoyado en el aprovechamiento energético de la biomasa como una de las formas de acogerse a los beneficios del Decreto Ley No. 20-86. Sin embargo, los ingenios no han utilizado la leña en el proceso de generación sino los denominados residuos vegetales, principalmente el bagazo de caña de azúcar, el cual para 1991 se estimaba en unos 3.0 millones de toneladas anuales.¹⁵

Es importante señalar que ante la crisis energética que padeció el país en los años recientes y que se manifestó a través de molestos racionamientos del fluido eléctrico a lo largo de varios meses, el Congreso de la República promulgó el 9 de agosto de 1995, el Decreto No. 57-95, por medio del cual establece que “Aquellas empresas que gocen de los beneficios que otorga el Decreto Ley 20-86, siempre y cuando cumplan con las obligaciones contenidas en la autorización respectiva del Ministerio de Energía y Minas, **quedan autorizadas para generar energía eléctrica de fuentes energéticas de cualquier naturaleza durante las épocas o períodos en los que no haya disponibilidad de la fuente energética renovable; manteniendo los beneficios que esa ley confiere.**” Esto indudablemente fue en contra del espíritu del Decreto Ley No. 20-86, que establece beneficios a los proyectos de fuentes energéticas que no fueran la **nuclear ni la producida por hidrocarburos y sus derivados.**”

Cabe destacar que a los beneficios recibidos del Decreto 57-95 debe sumarse al obtenido en el Decreto 38-92, Ley del Impuesto a la Distribución del Petróleo Crudo y Combustibles Derivados del Petróleo, el cual si bien en el artículo 1, establece un impuesto de Q0.50 por galón sobre el petróleo crudo y los combustibles derivados del petróleo, ya sean importados o producidos en el país; expresa en el artículo 5 (exenciones) que “están exentos de la aplicación del impuesto los despachos de los productos destinados a: (...) la generación de energía eléctrica para al venta y consumo público, en cuanto se refiere al petróleo crudo, diesel y bunker usados como combustibles en plantas termoeléctricas, conectadas al sistema eléctrico nacional.”

Lo anterior evidencia que la Cogeneración como tal ha perdido su connotación original, en tanto que se ha convertido en un proceso de generación mas, por lo menos en la época que por no disponer de bagazo de caña se utilice bunker o diesel para generar.

Esta disposición obligada por la crisis energética, desvirtuó el objetivo original del Decreto Ley No. 20-86, en tanto que la cogeneración ya no sería necesariamente utilizando las fuentes nuevas y renovables de energía, lo que convertía la situación a una simple generación de electricidad que no tenía porque mantener los beneficios del Decreto Ley No. 20-86.

Además, se sabe que muchas empresas han celebrado contratos de inversión con otras que habían sido calificadas por el Ministerio de Energía y Minas para desarrollar proyectos dentro del espíritu del Decreto ley No. 20-86, con la finalidad de reportar el monto de tales inversiones como deducibles hasta en un 100% del pago del Impuesto Sobre la Renta.

No extraña pues, que recientemente se diera a conocer por medio de los medios de comunicación que las nuevas reformas al impuesto sobre la renta que actualmente se discute en el Congreso, presenten en el artículo 29 (Transitorio), una disposición que al parecer suprime algunas exenciones, exoneraciones y deducciones del impuesto, que están contenidas en varias leyes bancarias y en la Ley de Fuentes Nuevas y Renovables de Energía.

Por otra parte, el Decreto 57-95 podría haber obedecido a presiones de los cogeneradores que encontraron un escollo en la Ley del IVA, ya que ésta establecía que no podrían gozar de exenciones fiscales todo aquel equipo que hubiera sido obtenido con franquicia.

¹⁵ Ministerio de Energía y Minas. “Primer Plan Nacional de Energía”.1990. pag. 62



CAPITULO III

MARCO CONCEPTUAL DE LA COGENERACION

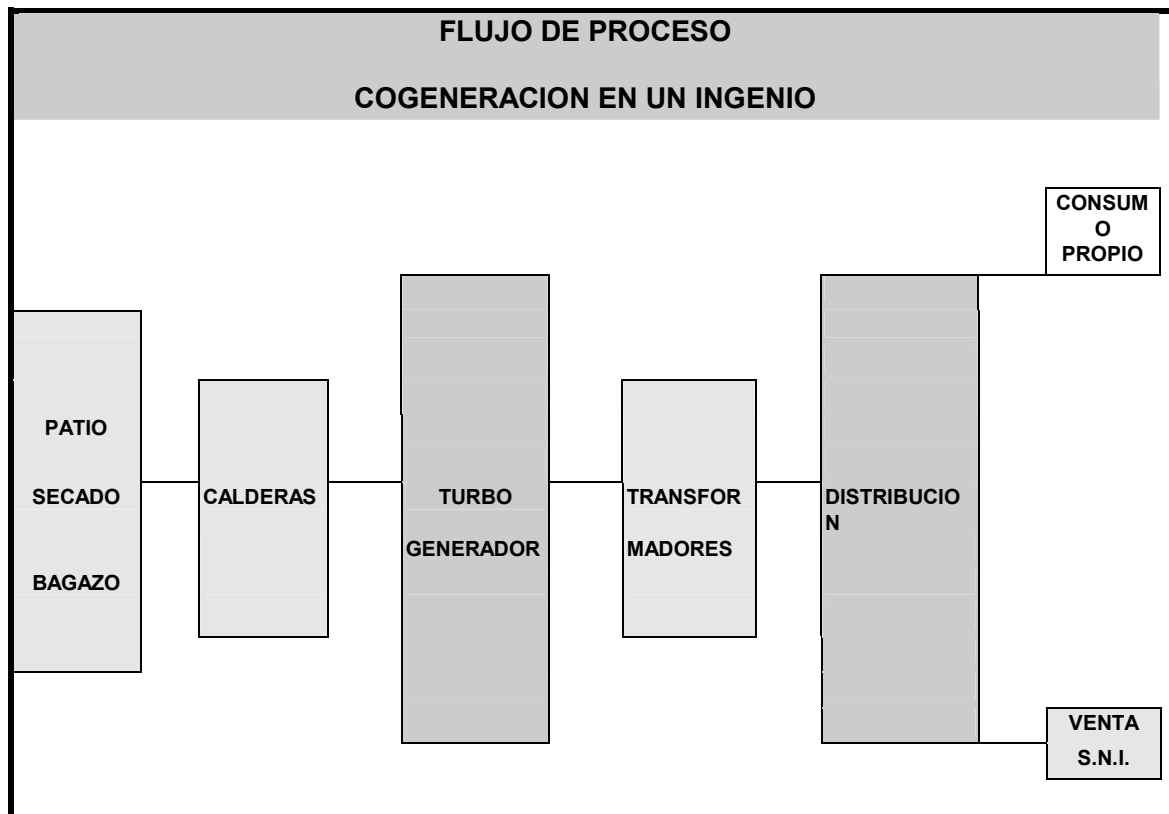
3. MARCO CONCEPTUAL DE LA COGENERACION EN GUATEMALA

La cogeneración energética tiene una connotación importante de definir, ya que suele confundirse su aplicación a conceptos no claros. Básicamente hay dos tendencias: una considera que cogenerar es producir energía a partir de un proceso ya existente, susceptible de mejorarse para obtener sobrantes que pueden servir a terceros consumidores. La otra concepción establece que cogenerar es generar energía paralelamente a los entes oficiales que la generan normalmente. De ahí que en Guatemala se registre como cogeneradores a empresas como Enron, la Hidroeléctrica el Capulín, que no cumplen con la definición primera sino que se ajustan a la segunda.

La cogeneración, a los efectos del presente trabajo, está en principio limitada a la que realizan los ingenios azucareros, basados en el concepto primero, es decir, generar energía a partir de procesos ya existentes, en este caso la fabricación del azúcar.

El proceso de cogeneración está integrado por 5 pasos, los cuales se identifican en el gráfico No 1.

GRAFICO No 1



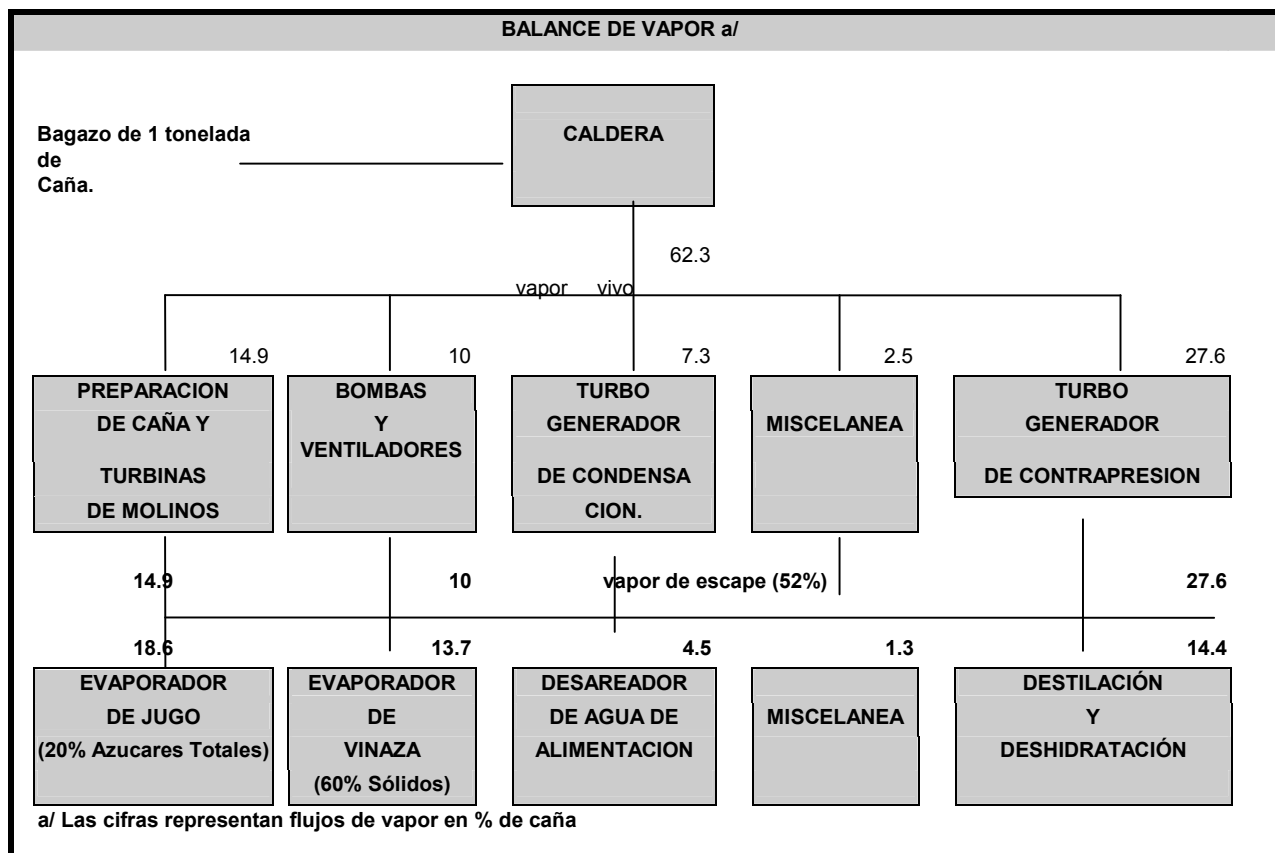


El primer paso es lo concerniente a la preparación del combustible, su acceso al proceso de fábrica de azúcar, y los mecanismos de ingreso a la combustión. Normalmente los ingenios tienen un patio de maniobras para el manejo de la caña y otro para la disposición del bagazo. Actualmente los ingenios han prestado mayor atención a los patios de secado del bagazo, en función de mejorar la calidad del mismo para la combustión, buscando reducir los porcentajes de humedad.

Del **patio de secado del bagazo**, se pasa a las **calderas**, que son los elementos que queman el bagazo, donde éste arde en combustión produciendo calor y presión, y produciendo con ello el vapor que es la base de la generación. Una vez transformado el bagazo en vapor, éste es conducido al área de **generación o de turbogeneradores**, que como su nombre lo indica es el lugar donde se genera la energía. De ahí se transporta a los **transformadores**, que son los elementos eléctricos que ordenan el flujo de electricidad, lo preparan para el servicio y lo conducen al sector de despacho o **distribución**. A partir de ahí, la electricidad se reparte en un bloque para el consumo interno del ingenio mismo (autoconsumo) y un bloque para la venta o servicio de terceros. Es este bloque de venta el que constituye el elemento económico de interés de los ingenios actualmente y que representa importantes ingresos de dinero.

Como se ve el proceso es simple, se tiene un elemento para quemar, en este caso bagazo de caña, se mete a un horno grande y relativamente especializado llamado caldera, en el cual se produce el vapor necesario para accionar las turbinas generadoras de la electricidad, ésta se conduce a la sección de máquinas y equipo eléctrico para poder ser servida a los consumidores. Se presenta a continuación un diagrama del Balance de Vapor, que representa un caso típico de aprovechamiento del bagazo de la caña en el proceso de fabricación del azúcar, eficientando los procesos internos del ingenio (Gráfico No 2).

GRAFICA No 2





CAPITULO IV

ANALISIS TECNICO ENERGETICO DE LA COGENERACION

4. ANALISIS TECNICO ENERGETICO DE LA COGENERACION

El proceso técnico que se sigue en la generación de electricidad en un ingenio azucarero esta basado en los mismos principios de toda generación energética. La combustión de un recurso que permite el movimiento de sistemas y mecanismos capaces de producir energía para ser aprovechada por el ser humano en la aplicación de trabajo.

Se requiere de un elemento base de consumo llamado combustible, un proceso de extracción de energía del elemento, usualmente un proceso de combustión, un sistema de convertibilidad de esa energía que permita su aprovechamiento mecánico y luego todo un equilibrado sistema de distribución para el uso propiamente dicho.

Normalmente los combustibles empleados han sido los derivados del petróleo, conociéndose el proceso como "térmico", pues conlleva elementos de temperatura en su operación. La generación alterna es la basada en el uso del agua como elemento base, conociéndose el proceso como "hídrico", cuyas ventajas son mayores a las de tipo térmico pues emplean el agua bajo condiciones de reciclaje, lo que hace este proceso mucho más rentable en el largo plazo.

En la segunda mitad del siglo presente, se ha diseminando el uso de las fuentes nucleares para la generación de electricidad, con los riesgos de contaminación y destrucción bastante publicitados. Para el caso de Guatemala, de acuerdo a las publicaciones oficiales, el consumo de energía por fuente se encuentra distribuido de la siguiente manera:

FUENTE	PARTICIPACION PORCENTUAL
Leña	64
Derivados Petróleo	29
Electricidad	4
Bagazo	3

Fuente: Ministerio de Energía y Minas

Es interesante observar como la participación del bagazo es casi la de la electricidad, siendo ésta última la que mayor representatividad tiene en la estructura de la deuda externa del país, representada por las inversiones en los proyectos hidroeléctricos como Chixoy.

Los constantes aumentos de precio del petróleo y la electricidad (en parte también debidos al incremento del petróleo), han orientado a los consumidores a la búsqueda de alternativas de diverso tipo; sin embargo, las posibilidades se reducen debido a los altos costos de inversión.

Los ingenios azucareros de Guatemala han venido empleando la cogeneración por mas de 70 años limitándose a constituirse en independientes energéticamente. Las crecientes demandas de electricidad del país por otra parte y las limitadas posibilidades del sistema nacional de generación, para poder satisfacer dicha demanda, han permitido considerar la posibilidad de que sea utilizada la capacidad instalada de los ingenios para producir energía en exceso, si los combustibles se disponen.

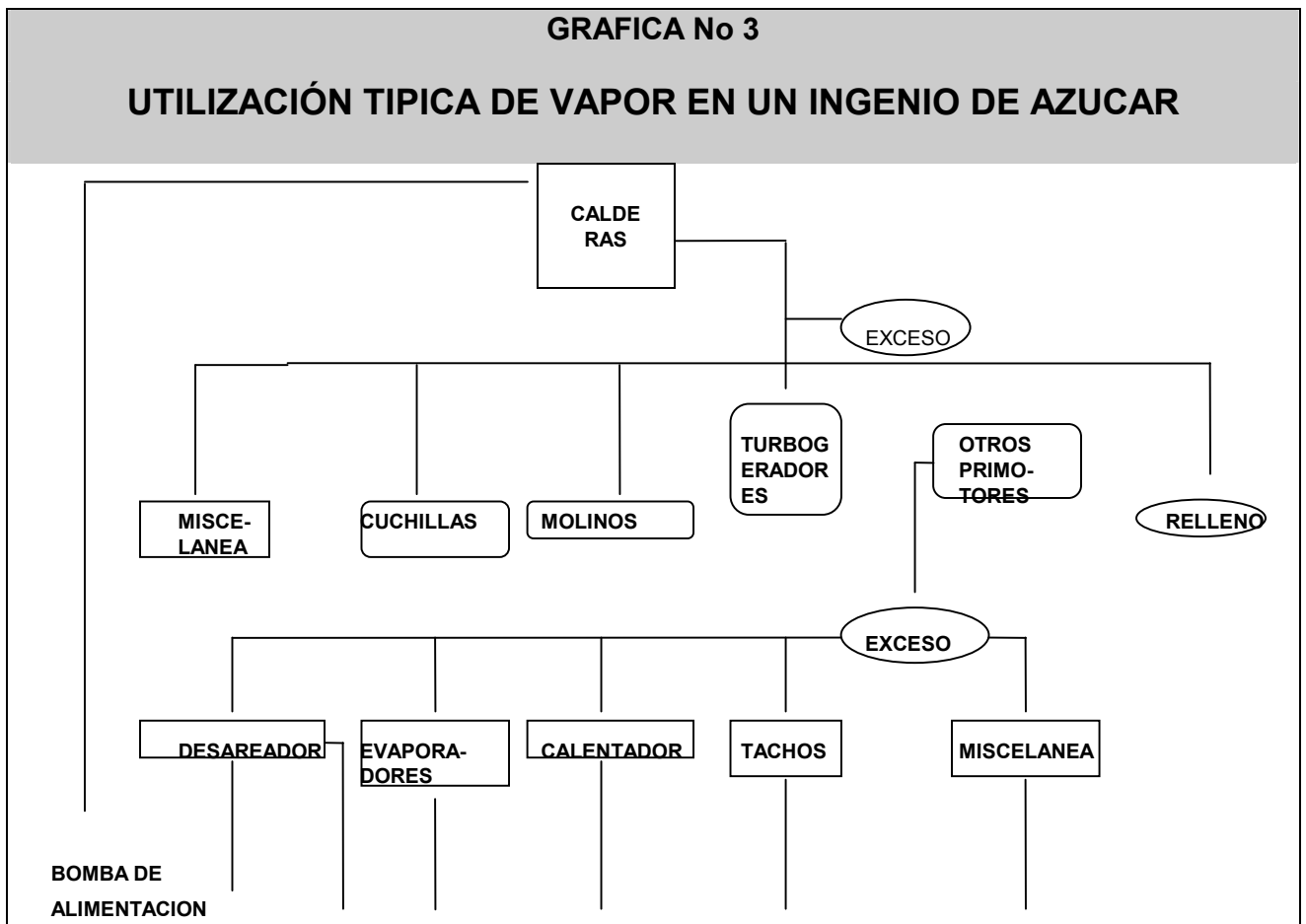


Inicialmente la potencia de los ingenios se limitó a suplir las necesidades de la fábrica propiamente dicha, los regadíos, las oficinas, y algunos servicios básicos. La oportunidad de cogenerar para servir a terceros fue causada por la localización de los ingenios y el constante crecimiento que a su alrededor se da en la demanda de servicios poblacionales.

Hoy en día la necesidad de cogenerar mayores cantidades de energía eléctrica partiendo de biomasa adquiere una importancia mayor debido a la disminución de la capacidad del Estado por invertir en la generación y la reducción de las reservas petroleras así como por el impacto de su empleo en el medio ambiente. Un elemento importante también lo constituye el hecho que para el ingenio la cogeneración significa una línea de ganancia adicional por su venta.

4.1 UTILIZACION DE VAPOR.

Los ingenios azucareros son una de las pocas industrias en Guatemala que pueden utilizar un sub-producto, incluso clasificado como desecho sobrante del proceso de fábrica mismo, con impacto negativo sobre el ambiente pues se maneja como desperdicio de fabricación, como elemento base en la producción de energía, por medio de la producción de vapor a través de la combustión del bagazo. El uso típico de vapor se muestra en la Gráfica No 3.



La caldera se alimenta principalmente con los condensados que se obtienen de los evaporadores,



calentadores y tachos que por lo general se hacen pasar por un desareador con el objeto de expulsar aire y otros gases disueltos que pudieran causar corrosión en la caldera y tuberías.

Las calderas convierten el calor producido por la combustión del bagazo en vapor. Hasta aquí el proceso es semejante al de los trenes antiguos, donde la combustión de leña permite obtener vapor para presionar los mecanismos que hacen girar las ruedas y arrastrar los vagones.

Sin embargo en el caso de los ingenios, el vapor vivo producido en las calderas es usado por los pri-motores que producen trabajo y descargan el vapor a presiones reducidas. Estos pri-motores son por lo general turbinas, aunque varios ingenios visitados todavía usan máquinas de vapor convencionales.

Las turbinas de mayor tamaño las utilizan para mover generadores eléctricos y las de mediano tamaño para hacer funcionar las cuchillas, desfibradores, molinos, ventiladores de tiro inducido, y bombas de alimentación a las mismas calderas. Dependiendo del grado de electrificación que exista en el ingenio, turbinas de pequeño tamaño son usadas para impulsar bombas de jugo, inyección, condensado, sirope, etc.

Suele también utilizarse el vapor vivo así producido en inyectores de vacío de los evaporadores y tachos, o en turbogeneradores de condensación, ninguno de los cuales entregan vapor de escape ya que sus descargas son condensadas o perdidas.

El vapor de escape, usualmente con presiones de 0.8 a 1.7 bars, se usa en el proceso mismo de la fabricación del azúcar, y en calentar el agua que alimenta las calderas en el desareador, el cual requiere de altas cantidades.

Los principales consumidores del vapor de escape son los evaporadores, los calentadores y los tachos. Un uso también importante del vapor de escape es el de recalentar las masas cocidas antes de la centrifugación y la limpieza de los tachos.

El vapor de escape que se destina a los evaporadores, calentadores y tachos es condensado en dichos equipos y regresado, con agua de relleno si es necesario, al desareador y después a la caldera. Por lo general los condensados son suficientes para las calderas y el proceso. Todos los sobrantes de vapor vivo que se dan por momentos y los de escape no aprovechados se descargan a la atmósfera.

En la mayor parte de los ingenios visitados, las calderas se encuentran diseñadas para quemar todo el bagazo, y los pri-motores para aprovechar casi todo el vapor vivo. El sistema de evaporación esta seleccionado para consumir la mayor parte del vapor de escape, de manera que el proceso permita la existencia del menor volumen de bagazo, vapor vivo o de escape.

El concepto de diseño en este caso al forzar el mayor consumo de bagazo esta en relación a poder eliminar todos los costos por deshacerse de los sobrantes del proceso de fábrica, es decir, que no quede bagazo sin quemarse porque ello obliga a tener que invertir en su disposición (transporte, ubicación, posibilidades de contaminación si se hecha a los ríos, etc.)

La otra razón de diseño de fábrica (ingenio azucarero), para lograr que se consuma todo el vapor producido, es la de reducir al máximo los costos de calderas, pri-motores y equipo de fabricación, que resultarían al seleccionar equipos mas eficientes.

Sin embargo, actualmente estos criterios están cambiando, porque se esta comprobando que la inversión en equipos que mejoran la eficiencia, es recuperable en un corto plazo vía la producción y venta de electricidad.



Varios ingenios, asesorados por técnicos de AZASGUA y ATAGUA, entre otros, han identificado la cogeneración como un subproducto del proceso del ingenio el cual es susceptible de generar ganancias. A esto se suma el hecho de que cada día el precio de la energía aumenta y que existe un mercado potencial de demanda en constante crecimiento, que el Estado no puede satisfacer en el corto ni mediano plazo. Existe pues una oportunidad de negocio que evalúan aprovechar de la mejor manera.

Ante este panorama, los ingenios saben que pueden hacer mucho por minimizar sus requerimientos de energía, de manera de poder liberar la mayor cantidad de ella como electricidad sobrante. Una expectativa aún mayor se les presenta ante la tendencia mercantilista de la economía neoliberal, aspecto que sin duda ha hecho que sus intereses como sector de poder socioeconómico se fijen en estas posibilidades.

La cantidad de energía que puede ser generada en la práctica por cada ingenio varían según la capacidad de cada uno, lo que ha hecho que en Guatemala se hayan iniciado estudios y pruebas, llegando incluso en los últimos años varios ingenios a invertir millonarias cantidades de dinero en el equipamiento destinado para ello.

En principio los ingenios fijaron su interés en evaluar las posibilidades de aumentar su producción de energía para autoconsumo, pensando en limitar sus inversiones para hacer mas eficientes sus procesos y contar con mayor disponibilidad de electricidad en la fábrica. Hubo otros (4 para ser mas específicos), que iniciaron en la década anterior un programa de equipamiento para convertirse en suplidores de electricidad, existiendo hoy en día experiencia positiva de ello. Los ingenios que mayor adelanto y experiencia han demostrado en este campo son Santa Ana, Pantaleón, La Unión y Magdalena, todos ellos localizados en la costa sur del país.

4.2 CAMBIOS PARA EFICIENTIZAR EL PROCESO EN INGENIOS.

Debido a que no existe una manera única de enfrentar el reto de hacer mas eficiente un ingenio en Guatemala, ya que cada uno es de características particulares, no sólo por su magnitud, su capacidad de molienda, el tipo de caña que procesa, la antigüedad de sus equipos, los métodos y sistemas de operación, etc. la investigación de campo y las visitas hechas a los ingenios, nos permitió conocer al menos tres formas en que éstos están enfrentando el reto. Estas tres maneras se dedujeron de lo observado y representan en la investigación una clasificación propia:

1. Cambios en Calderas
2. Cambios en Pri-motores
3. Cambios en la casa de cocimiento

La hipótesis básica es que para la reducción de la energía requerida por las operaciones del ingenio, es necesario liberar mas bagazo y reducir las pérdidas en el proceso de fábrica mismo.

Esto no excluye el caso de ingenios que han estado o invertirán en cambios en las tres áreas. Al respecto, una apreciación personal del equipo de investigadores es que efectivamente la mayoría de los ingenios, invertirán en las tres, aunque de siguiendo programas de ampliación interna y planes de inversión de mediano plazo.



4.2.1. EFECTOS POR CAMBIO EN CALDERAS.

La eficiencia en calderas varia bastante y depende entre otras cosa de:

- La calidad del combustible. En este caso, el % de humedad del bagazo y el nivel de cenizas son los elementos de mayor impacto.
- El exceso de aire empleado en la combustión.
- La temperatura de los gases de salida.

Las calderas pequeñas de hornos de herradura o celdas y que no tiene mecanismos de recuperación de calor tales como los precalentadores de aire, los economizadores o secadores de bagazo, suelen tener eficiencias de 45-50%, basadas en el valor calorífico bruto del bagazo.

Las calderas grandes para quema de bagazo en suspensión, con precalentadores de aire y economizadores, pueden alcanzar eficiencias del orden del 70%. Un aumento de la eficiencia de las calderas de 50 a 70% se traduce en un aumento del 40% en la producción de vapor, partiendo de la misma cantidad de bagazo.

Debido a que el salto en eficiencia es importante cuando se refleja en el aprovechamiento del bagazo, la mayoría de ingenios inician con esta área.

4.2.2. EFECTOS POR CAMBIO EN PRI-MOTORES.

El vapor que demandan los pri-motores están en función de tres elementos:

- La potencia requerida.
- El nivel de eficiencia de las turbinas
- Las condiciones de vapor de entrada y de escape.

Para el caso de la potencia requerida, ésta esta en función a su vez del diseño de la fábrica, del tipo de preparación de la caña, del número de molinos que operan, por lo que solo se permite variaciones dentro de ciertos límites.

La eficiencia de las turbinas depende de su diseño. Así tenemos que una turbina típica de simple etapa de alrededor de 1000 HP (mil caballos de fuerza) tiene una eficiencia termodinámica de 50% mientras que una de múltiple etapa tiene con el mismo caballaje un 65%. De tal manera que al utilizar turbinas de múltiple etapa se estará reduciendo la demanda de vapor de los pri-motores en 20-30%.

Acá el elemento concursante de importancia es el costo, ya que una turbina de múltiple etapa cuesta de 50 a 100% más que una de etapa simple con el mismo caballaje. Sin embargo los mayores ahorros de vapor vivo se logran variando las condiciones de los vapores vivo y de escape.

Se presenta en el cuadro No 3, ejemplos de consumo específico (Kgs.vapor/KWH) con vapor vivo de distintas presiones y de escape a 13.8 bars y 66 cm.Hg.vac. con eficiencia de turbina constante a 70%.



CUADRO No 3

**COMPARACION DE POTENCIAL DE GENERACION
A DISTINTAS PRESIONES DE VAPOR**

Presión Vapor, bars	10.3	17.2	17.2	31.0	45.0	58.6	72.4	86.0
Vapor, grados Centígrados	186.0	263.0	343.0	349.0	370.0	386.0	418.0	440.0
Consumo específico teórico a 1.4 bars escape, Kg/kwh	13.4	9.3	8.2	6.7	5.9	5.6	5.3	4.8
Consumo específico teórico a 66 cm Hg.vac	5.4	4.6	4.2	3.8	3.6	3.5	3.4	3.2
Consumo específico real a 1.4 bars, escape y 70% EF., Kg/kwh	19.1	13.3	11.8	9.6	8.5	7.9	7.5	6.8
Consumo específico real a 66 cm Hg. vac. Y 70% EF., Kg/Kwh	7.8	6.6	5.6	5.5	5.2	5.0	4.8	4.5
Producción de Vapor % Caña	89.7	83.6	77.9	78.4	77.7	77.4	77.3	74.7
KW Potenciales Contrapresión, Kwh/ton	47.0	62.9	66.3	81.8	91.7	97.6	103.0	109.7
kw Potenciales Condensando, Kwh/ton	115.6	127.0	131.0	142.8	149.8	155.3	160.7	165.6

Fuente: ATAGUA

Una turbina, trabajando con vapor saturado de 10.3 bars de presión y con 1.38 bars de contra presión, requiere de 19 Kg/KWH, mientras que otra, operando con vapor de 86.2 bars a 121 °C de sobrecalentamiento y con lo mismos 1.38 bars de contrapresión, demanda solamente 6.8 Kg/KWH. Aquí es importante hacer ver que si la presión se disminuye de 1.38 bars a 66 cm.HG vacío, es decir, 0.13 bars absolutos, la demanda se reduce aproximadamente a la mitad (50%).

A medida que la presión y la temperatura del vapor se incrementan, el vapor requiere más calor por Kg., y por ello la cantidad de vapor obtenible de una cantidad fija de combustible disminuye. Sin embargo, se ha registrado que la disminución de vapor por KWH en turbinas es mucho mayor que la reducción de vapor obtenible.

Al transformar un ingenio tradicional (producción tradicional de azúcar, melaza y derivados afines), en uno de mayor eficiencia energética, no es imperativo el reemplazar todas las turbinas existentes, ya que en los casos de ingenios de Guatemala, sus diseños permiten el instalar una turbina superpuesta que absorba todo el vapor vivo necesario a alta presión y que lo descargue a la presión de admisión de las turbinas existentes, de tal manera que la turbina superpuesta entrega al proceso de fábrica, el vapor necesario a la presión adecuada y sin castigo a la calidad del producto, obteniendo al mismo tiempo electricidad sobrante.

El sistema ideal es usar una turbina de doble extracción y condensación, ya que la primera extracción actúa como la superpuesta, mientras que la segunda actúa rellenando el vapor de presión usual en la casa de cocimiento y produce trabajo útil al mismo tiempo, lo cual no ocurre si se emplea una válvula reductora. Al mismo tiempo se está produciendo en la sección de vacío más trabajo, llevando al máximo la generación de electricidad.

Este sistema es bastante común en el mundo, y es obvio que varios ingenios de Guatemala están sobre diseños de este tipo, ya que se pudo observar en las visitas de campo, que han adquirido turbogeneradores de extracción/condensación o combinaciones equivalentes que logran generar más de 50KWH/TC.



Ahora bien, solo por ejercicio se ilustra lo siguiente: en promedio un ingenio en Guatemala, utiliza 11 KW/ton caña, y pueden por lo tanto, exportar mas de 50KWH/TC. Si el precio de venta de un KWH es de US\$ 0.05, entonces el ingenio puede lograr ingresos de US\$ 2.50 por TC sin usar combustible adicional al que maneja actualmente.

Si consideramos un ingenio que muele 10 mil ton de caña al día, es decir, unas 416.6667 ton por hora con un contenido de fibra del 15%, es decir 62.5 ton de fibra por hora, tomando calor bruto liberado en la quema de un kilogramo de fibra de 4639 KCal/Kg, entonces esas 62.5 ton de fibra producirán 289,939,500 KCal/hora.

Despreciando la eficiencia de la combustión y generación, esta cantidad de calor es equivalente (teóricamente) a 337,200 KW, o sea mas de 2,900,000 MWH por año si se mantiene una labor de 24 horas los 365 días. El precio de esta energía a US\$ 0.05/KWH es de US\$ 147,000.00.

Obviamente al convertir calor a electricidad hay que considerar varias etapas que distan de ser ideales. Así por ejemplo, el caso de quemar fibra (como bagazo con humedad de 50%), en calderas de 70% de eficiencia, para producir vapor de 58.6 bars, a 400 °C y usarlo en un turbogenerador de condensación con una eficiencia termodinámica de 75%, se lograrían realmente 84,325 KW o sea unos 189 KWH/ton caña.

Se aclara que primeramente, el ingenio no puede cogenerar los 365 días del año, pues no contaría con el bagazo, ya que solo se dispone de este combustible durante la época de zafra, es decir, la época en que se esta cortando la caña, por lo que el ejercicio mental de ingresos por venta de electricidad debe verse como un caso ideal no solo en eficiencias de equipo sino también en el suministro del combustible (bagazo).

Pero a la vez la intención ha sido el llamar la atención sobre la posibilidad de que una vez se instale el equipo de combustión, hay otros elementos sujetos a poder ser quemados en la caldera...incluso petróleo.

4.2.3. EFECTOS POR CAMBIOS EN CASA DE COCIMIENTO.

El vapor demandado por la casa de cocimiento depende de la cantidad de inhibición, la calidad del jugo, el sistema de cocimiento, y la configuración del evaporador. En la práctica, encontramos que los técnicos de casi todos los ingenios consultados coinciden en que el elemento importante es la configuración del evaporador, para afectar un mayor/menor consumo de vapor.

La recuperación o re-uso del calor en la casa de cocimiento permite hasta una reducción del 37% en la cantidad de vapor de escape requerido.



CAPITULO V

RESULTADO DE LA EVALUACION TECNICA

5. RESULTADO DE LA EVALUACIÓN TECNICA DEL POTENCIAL DE LA COGENERACIÓN

Como ya se apuntó antes, no todos los ingenios han seguido un mismo modelo de adecuación ni han establecido metas iguales para cogenerar. Algunos tan sólo han realizado las gestiones legales para calificar como proyecto de cogeneración en el contexto del Decreto Ley No. 20-86 (derogado muy recientemente, en el marco de la modernización tributaria), pero no han invertido en el equipamiento.

Otros en cambio, con sentido más agresivo, no sólo calificaron al amparo del citado decreto sino que también han invertido en equipos para eficientizar los procesos, mejorar la calidad del bagazo, e incluso los hay que han generado exceso de electricidad, estableciendo contratos de venta al sistema nacional.

Un detalle interesante de cual ha sido el impacto del Decreto Ley No. 20-86 en este sentido, como elemento incitador para aprovechar este potencial energético lo podemos observar en el Cuadro No 4, que nos ilustra de cuantos proyectos han sido identificados como de cogeneración por el Ministerio de Energía y Minas a la fecha. El cuadro incluye los proyectos de generación hídrica así como los de fuentes como la solar y la geotermia. De un total de 40 proyectos oficialmente registrados, 15 son de base biomásica. Estos 15 proyectos representan mas del 60% del potencial en Kw y están aportando una generación significativa al balance energético nacional.

CUADRO No 4

PROYECTOS DE GENERACION DE ENERGIA ELECTRICA, COGENERACION Y COMERCIALES AMPARADOS EN EL DECRETO LEY No. 20-86

No.	Fecha Dictamen	Empresa	Nombre Proyecto	Potencia Kw	Generación Kwh/Año	Desarrollo Proyecto	Fuente Energética
1	5/02/90	FABRIGAS S.A.	RIO CAPULIN	4000	-----	-----	HIDROENERGIA
2	29/11/90	LOS DIAMANTES S.A.	LOS DIAMANTES S.A.	-----	200	-----	HIDROENERGIA
3	19/06/91	PAPELES ELABORADOS S.A.	POSA VERDE	5000	-----	24 MESES	HIDROENERGIA
4	27/08/91	RECURSOS NATURALES Y CELULOSA	CAHABON	18720	-----	24 MESES	HIDROENERGIA
5	29/08/91	COMPRA DE MATERIAS PRIMAS S.A	CERRO VIVO	2400	-----	24 MESES	HIDROENERGIA
6	PEND.	JOSE RALDA GONZALEZ	SANTA MARGARITA ASINTAL REU.	700	1223	-----	HIDROENERGIA
7	19/07/94	FABRIGAS S.A	RIO BOBOS	10000	46000	36 MESES	HIDROENERGIA
8	PEND.	HORNOS DE CAL S.A.	RIO LAS VACAS	22500	-----	48 MESES	HIDROENERGIA
9	PEND.	SERVICIOS ELECTRODOMESTICOS CELMECA LTDA.	CENTRAL HIDROELECTRICA TRUINGIA.	1200	-----	36 MESES	HIDROENERGIA



10	8/08/94	HULERA CENTROAMERICANA S.A.	HULERA CENTROAMERICANA S.A.	1350 2700 12050 14420	-----	36 MESES	HIDROENERGIA
11	PEND.	INVERSIONES PASABIEN S.A.	PASABIEN	10000	-----	-----	HIDROENERGIA
12	3/03/95	SECACAO S.A.	RIO TRECE AGUAS	1700	-----	-----	HIDROENERGIA
13	24/03/95	HIDROELECTRICA MAZA S.A.	RIO MAZA	5000	-----	-----	HIDROENERGIA
14	29/3/95	EMPRESS AGRICOLA SAN FRANCISCO COTZAL. S.A.	SAN FRANCISCO COTZA.	150	-----	-----	HIDROENERGIA
15	22/04/95	TECNOGUAT	SAN ISIDRO MATANZAS	11000	58000	-----	HIDROENERGIA
16	28/06/95	ORENCO DE CENTROAMERICA S.A.	PROMOCION Y DIFUSION DE HIDROELECTRICAS.	-----	-----	-----	HIDROENERGIA
17	pend.	FABRIGAS S.A.	RIO LAS VACAS	20000	-----	-----	HIDROENERGIA
18	pend.	AGROPECUARIA POTRERILLOS S.A.	HIDROELECTRICA RIO SALA	8000	-----	-----	HIDROENERGIA
19	pend.	AGROCOMERCIALIZADORA POLOCHIC. S.A.	HIDROELECTRICA SANTA TERESA	20000	71000	-----	HIDROENERGIA
20	13/07/80	CONCEPCIÓN S.A.	CONCEPCIÓN S.A.	18500	2500 1500 30000 44200 44200 53000	12 MESES 24 " 36 " 48 " 60 " 72 "	BIOMASA
21	13/07/90	PANTALEON S.A.	PANTALEON S.A.	27000	2800 18000 35000 50000 50000 65000		BIOMASA
22	7/11/90	COMPAÑIA AGRICOLA INDUSTRIAL SANTA ANA S.A.	COMPAÑIA AGRICOLA INDUSTRIAL SANTA ANA S.A.	50000	-----	24 MESES	BIOMASA
23	10/12/90	INGENIO MAGDALENA S.A.	INGENIO MAGDALENA S.A.	8000	-----	-----	BIOMASA
24	13/12/90	INGENIO LA UNION S.A.	INGENIO LA UNION S.A.	21500	3456 12960 21600 28800 36000	12 MESES 24 " 36 " 48 " 60 "	BIOMASA
25	26/06/91	AGROINDUSTRIAS S.A (ING. TIERRA BUENA	AGROINDUSTRIAS S.A (ING. TIERRA BUENA	-----	-----	-----	BIOMASA
26	8/09/95	ING. SANTA TERESA S.A	ING. SANTA TERESA S.A	-----	-----	-----	BIOMASA



27	1/03/93	SAN DIEGO S.A	SAN DIEGO S.A	6347	18280	18 MESES	BIOMASA
28	4/03/93	EL BAUL S.A	CERRI VIVO	4000	-----	-----	BIOMASA
29	23/11/90	ING. TULULA S.A	ING. TULULA S.A	1200	4896 8064 20160 24480 74560	12 MESES 24 " 36 " 48 " 60 "	BIOMASA
30	20/01/94	CENTRAL DE BEBIDAS FINAS DE GUAT. S.A	CENTRAL DE BEBIDAS FINAS DE GUAT. S.A	40	13000	-----	BIOMASA
31	16/02/94	DERIVADOS DE CAÑA S.A. MADRE TIERRA	DERIVADOS DE CAÑA S.A. MADRE TIERRA	17000	47650	-----	BIOMASA
32	20/02/95	COMPAÑIA AGRICOLA INDUSTRIAL, ING. PALO GORDO.	COMPAÑIA AGRICOLA INDUSTRIAL, ING. PALO GORDO.	15500	47600	-----	BIOMASA
33	pend.	INGENIO GUADALUPE S.A.	INGENIO GUADALUPE S.A.	3000 4000 14000	-----	12 MESES 24 " 36 "	BIOMASA
34	15/11/94	ORZUNIL UNO S.A	ORZUNIL UNO S.A	-----	-----	-----	ENERGIA GEOTERMICA
35	pend.	INVERSIONES Y DESARROLLOS INDUSTRIALES	ALCOMAYA	-----	-----	-----	BIOMASA
36	26/03/92	TRESCO S.A	TRESCO S.A	-----	-----	-----	ENERGIA SOLAR
37	26/03/91	SISTEMAS DE APOYO DE ENERGIA ELECTRICA S.A (SADEESA)	SISTEMAS DE APOYO DE ENERGIA ELECTRICA S.A (SADEESA)	-----	-----	-----	ENERGIA SOLAR
38	pend.	SIEMENS S.A	SIEMENS S.A	-----	-----	-----	ENERGIA SOLAR
39	10/11/93	LUEX	LUEX	-----	-----	-----	ENERGIA SOLAR
40	pend.	COMPAÑIA AGROCOMERCIAL S.A.	COMPAÑIA AGROCOMERCIAL	-----	-----	-----	ENERGIA SOLAR

Fuente : MEM

5.1 RESULTADO DE LOS CAMBIOS OPERADOS EN LOS INGENIOS

La investigación se ha realizado sobre diez y siete ingenios azucareros, los cuales fueron visitados a fin de recolectar información.

La visita comprendió no sólo el lugar de producción del azúcar sino también las oficinas administrativas en la capital, quienes en su mayoría nos refirieron a la Asociación de Azucareros de Guatemala -ASAZGUA- para el suministro de datos en información estadística.

Producto de este esfuerzo, y derivado del análisis de la información se deduce que en 1996 se molieron un total de 14,166,325.5 toneladas de caña.



Esta actividad generó una producción global de 28,147,951 quintales de azúcar y como desecho se produjo 3,683,245 toneladas de bagazo con un promedio de 50% de humedad.

Considerando en promedio un valor calorífico de 3,492 BTU¹⁶ por libra de bagazo, los ingenios en conjunto reportan una capacidad potencial de poder generar 351,058,623 kwh quemando este bagazo. Parte de esta energía se destina a su propio uso y una parte importante estaría disponible a ser usada por otros consumidores a través del Sistema Nacional de Electricidad.

De acuerdo a las boletas derivadas de las visitas y entrevistas hechas por el equipo de investigadores y encuestadores, en Guatemala se esta moliendo 85 mil toneladas de caña diariamente, con una marcada tendencia al alza cada año, incrementándose los períodos de zafra¹⁷ al orden de los 175 días, con casos como el de Ingenio El Pilar que están llegando a los 200 días (207 en 1995 y 197 en 1996), aunque ello no significa sostener o mejorar en igual proporción la eficiencia de la molienda y la producción de azúcar por tonelada molida.

El ingenio que mayor tonelaje de caña muele es Pantaleón (13,683 toneladas diarias en la zafra 1995-96) habiendo incrementado 3,141 toneladas con relación a la zafra del año anterior.

Los ingenios Magdalena, El Pilar y Tierra Buena reportan incrementos en molienda diaria superiores a las 500 toneladas respecto al período/año pasado.

Lo anterior es interesante de hacer notar pues indica en primera instancia que en efecto cada año hay más producción de caña, se esta produciendo más azúcar, y en principio más tierra dedicada a su cultivo. En total, de 1995 a 1996, los ingenios incrementaron su molienda en 6,520 toneladas diarias, lo que significó una molienda de 126,517,820 toneladas de caña más que en el período anterior.

Obviamente, se puede inferir que cada año será mayor el volumen de bagazo disponible para usar como combustible, y que el potencial de energía que esta agroindustria posee va en incremento, demandando cada vez mayores insumos entre ellos el de mano de obra y tierras para el cultivo.

Sin embargo, es de observar que no todos los ingenios encuestados están en posibilidades de aportar esta energía en estos momentos, dado a que no han efectuado los cambios y mejoras en los equipos ni han incrementado su eficiencia de proceso.

En todo caso la estadística presentada en el Cuadro No 5, da idea clara de cual es el potencial que la agroindustria azucarera tiene en esta materia, y cual puede ser el orden de su participación en la satisfacción de la demanda energética del país. La información se ha consignado por ingenio para poder contar con un detalle más particularizado.

Un potencial de servir 351 millones de kwh durante los 5 meses de época seca, significan un apoyo importante al sistema nacional, compensando la escasez de lluvia que nutre las plantas hidroeléctricas y evitando la generación térmica a base de combustibles derivados de petróleo que ocasionan gasto de divisas para la economía.

Otra consideración importante a este nivel del análisis es la concerniente a la reducción del impacto ambiental del bagazo generado por la molienda. De manera formal, el ingenio genera bagazo como desecho de fábrica, el cual de no ser aprovechado se convierte en un contaminante directo que afecta ríos y campos de siembra. Su manejo en el pasado ha sido fuente de impacto negativo, ocasionando problemas

¹⁶ British Thermal Unit, BTU= unidad térmica inglesa de medición

¹⁷ Zafra= período de tiempo en que se cosecha la caña de azúcar y se muele para producir azúcar. En Guatemala se considera que en promedio, la zafra se inicia en noviembre y termina en abril, haciendo un tiempo de 140 días en tres turnos diarios de 8 horas cada uno, es decir, 24 horas diarias de molienda.



incluso con su manipulación y almacenaje porque tiene un nivel de combustión peligroso. El aprovechar este bagazo en la generación de energía viene a incidir de manera directa y positiva en la protección del ambiente.

Como se comentó antes, para 1996 se registra un aporte de electricidad vendida por los ingenios a la EEGSA, que según los datos recabados por la investigación es de 230,006,370 Kw.

Del análisis de la molienda diaria de caña y la producción de bagazo diario, considerando un valor calorífico medio del bagazo al 50%, tal como se apunta antes, se ha calculado el total de Kw que cada ingenio puede producir durante la zafra, tomando en cuenta el tiempo real de molienda de cada uno.

El cuadro ilustra la relación que existe entre la capacidad de molienda que cada ingenio tiene y las posibilidades de participación en la generación de energía durante el período de zafra.

CUADRO No 5

POTENCIA DE GENERACION EN LOS INGENIOS AZUCAREROS, SEGÚN MOLIENDA EN 1996 (KWH)

INGENIO	MOLIENDA (Ton/zafra)	PROD. AZUCAR (qq/zafra)	PROD. BAGAJO (Ton/zafra)	Kwh POTENCIA (Totales/zafra)
<i>Palo Gordo</i>	731,397	1,241,572	190,163	18,115,048
<i>Guadalupe</i>	500,943	885,686	130,245	10,999,002
<i>Santa Teresa</i>	67,578	136,345	17,570	2,408,570
<i>Magdalena</i>	1,142,319	2,373,079	297,003	28,638,835
<i>San Diego</i>	489,264	949,994	127,209	13,894,973
<i>Tulula</i>	350,949	742,105	91,247	10,637,514
<i>Madre Tierra</i>	1,121,557	2,359,452	291,605	26,031,243
<i>Pantaleón</i>	2,394,549	4,713,030	622,583	55,575,831
<i>La Unión</i>	1,405,570	3,035,697	365,448	33,001,069
<i>Trinidad</i>	187,006	342,396	48,622	6,437,747
<i>Concepción</i>	1,108,890	2,101,621	288,311	27,802,131
<i>El Baúl</i>	632,269	1,182,627	164,390	15,377,483
<i>Los Tarros</i>	286,426	610,811	74,471	8,947,859
<i>La Sonrisa</i>	23,925	136,345	6,221	1,186,008
<i>Santa Ana</i>	1,395,355	2,713,989	362,792	38,553,372
<i>El Pilar</i>	1,544,175	3,147,427	401,486	32,497,422
<i>Tierra Buena</i>	784,149	1,568,316	203,879	20,954,156
TOTAL	14,166,321	28,240,492	3,683,243	351,058,263

Fuente: Elaboración propia con datos de ASAZGUA.

Los resultados se ilustran en el cuadro No 6 de este capítulo, donde se agregó el detalle de los Kw reales vendidos por los ingenios en 1996.

Obsérvese que únicamente seis (6) ingenios de los diez y siete (17) han logrado servir al sistema, es decir, han completado el circuito de aprovechar su bagazo para producir electricidad y conectarse al sistema, facturar y obtener ingresos por la venta de energía.



En el cuadro No 7 se compara la energía que cada ingenio produce por quema de bagazo, con el consumo del propio ingenio, de manera de poder establecer no sólo el grado de eficiencia global de cada uno sino también, cruzar información pertinente de la investigación.

Finalmente el cuadro No 8 resume el total de Kw producidos por ingenio basados en el aprovechamiento del bagazo como combustible, el consumo de cada uno, la disponibilidad resultante de este equilibrio y los valores de energía facturada a EEGSA en 1996.

CUADRO No 6
GUATEMALA: ENERGÍA VENDIDA POR LOS INGENIOS AZUCAREROS EN 1996, SEGÚN MOLIENDA

INGENIO	CAÑA-DIARIA (Ton.)	BAGAZO-DIA (Ton.)	KW-DIA (Kwh/día)	Kw TOTALES	Kw REAL VENDIDO
<i>Palo Gordo</i>	4,460	1,160	110,458	18,115,048	
<i>Guadalupe</i>	2,708	704	59,454	10,999,002	
<i>Santa Teresa</i>	593	154	21,128	2,408,570	
<i>Magdalena</i>	7,051	1,833	176,783	28,638,835	11,645,040
<i>San Diego</i>	3,421	889	97,168	13,894,973	-
<i>Tulula</i>	2,619	681	79,384	10,637,514	-
<i>Madre Tierra</i>	6,409	1,666	148,750	26,031,243	492,710
<i>Pantaleón</i>	13,683	3,558	317,576	55,575,831	64,239,560
<i>La Unión</i>	8,125	2,113	190,758	33,001,069	9,844,440
<i>Trinidad</i>	1,585	412	54,557	6,437,747	-
<i>Concepción</i>	6,845	1,780	171,618	27,802,131	58,432,080
<i>El Baúl</i>	3,786	984	92,081	15,377,483	-
<i>Los Tarros</i>	2,203	573	68,830	8,947,859	-
<i>La Sonrisa</i>	292	76	14,464	1,186,006	-
<i>Santa Ana</i>	9,492	2,468	262,268	33,553,372	85,352,540
<i>El Pilar</i>	8,001	2,080	168,380	32,497,422	-
<i>Tierra Buena</i>	5,159	1,341	137,856	20,954,156	-
TOTAL	86,432	22,472	2,171,513	346,058,261	230,006,370

Fuente: Elaboración propia con datos de ASAZGUA



CUADRO 7
ENERGIA CONSUMIDA POR LOS INGENIOS AZUCAREROS EN 1996, SEGÚN MOLIENDA

INGENIO	BAGAZO-DIA (Ton.)	KW-DIA (Kwh/día)	KW-ZAFRA	Kw CONSUMIDOS	Kw REAL VENDIDO
<i>Palo Gordo</i>	1,160	110,458	18,115,048	12,680,533.6	-
<i>Guadalupe</i>	704	59,454	10,999,002	7,699,301.4	-
<i>Santa Teresa</i>	154	21,128	2,408,570	1,685,999.0	-
<i>Magdalena</i>	1,833	176,783	28,638,835	20,047,184.5	11,645,040
<i>San Diego</i>	889	97,168	13,894,973	9,726,481.1	-
<i>Tulula</i>	681	79,384	10,637,514	7,448,259.6	-
<i>Madre Tierra</i>	1,666	148,750	26,031,243	18,221,870.1	492,710
<i>Pantaleón</i>	3,558	317,576	55,575,831	38,903,081.7	64,239,560
<i>La Unión</i>	2,113	190,758	33,001,069	23,100,748.3	9,844,440
<i>Trinidad</i>	412	54,557	6,437,747	4,506,422.9	-
<i>Concepción</i>	1,780	171,618	27,802,131	19,461,491.7	58,432,080
<i>El Baúl</i>	984	92,081	15,377,483	10,764,238.1	-
<i>Los Tarros</i>	573	68,830	8,947,859	6,263,501.3	-
<i>La Sonrisa</i>	76	14,464	1,186,008	830,205.6	-
<i>Santa Ana</i>	2,468	262,268	38,553,372	26,987,360.4	85,352,540
<i>El Pilar</i>	2,080	168,380	32,497,422	22,748,195.4	-
<i>Tierra Buena</i>	1,341	137,856	20,954,156	14,667,909.2	-
TOTAL	22,472	2,171,513	351,058,263	245,742,783.9	230,006,370

Fuente: Elaboración propia con datos de AZASGUA

CUADRO 8

GUATEMALA: CAPACIDAD REAL DE COGENERACION EN LOS INGENIOS AZUCAREROS EN 1996, SEGÚN MOLIENDA

INGENIO	KW PRODUCIDOS (Según Zafra)	Kw CONSUMIDOS	KW DISPONIBLES (Total)	Kw REAL VENDIDO
<i>Palo Gordo</i>	18,115,048	12,680,533.6	5,434,514	-
<i>Guadalupe</i>	10,999,002	7,699,301.4	3,299,701	-
<i>Santa Teresa</i>	2,408,570	1,685,999.0	722,571	-
<i>Magdalena</i>	28,638,835	20,047,184.5	6,691,051	11,645,040
<i>San Diego</i>	13,894,973	9,726,481.1	4,168,492	-
<i>Tulula</i>	10,637,514	7,448,259.6	3,191,254	-
<i>Madre Tierra</i>	26,031,243	18,221,870.1	7,809,373	492,710
<i>Pantaleón</i>	55,575,831	38,903,081.7	16,672,749	64,239,560
<i>La Unión</i>	33,001,069	23,100,748.3	9,900,321	9,844,440
<i>Trinidad</i>	6,437,747	4,506,422.9	1,931,324	-
<i>Concepción</i>	27,802,131	19,461,491.7	8,340,639	58,432,080
<i>El Baúl</i>	15,377,483	10,764,238.1	4,613,245	-
<i>Los Tarros</i>	8,947,859	6,263,501.3	2,684,358	-
<i>La Sonrisa</i>	1,186,006	830,205.6	355,802	-
<i>Santa Ana</i>	33,553,372	26,987,360.4	11,566,012	85,352,540
<i>El Pilar</i>	32,497,422	22,748,195.4	9,749,227	-
<i>Tierra Buena</i>	20,954,156	14,667,909.2	6,286,247	-
TOTAL	346,058,261	245,742,783.9	103,416,880.0	230,006,370

Fuente: Elaboración propia con datos de ASAZGUA



Lo primero que llama la atención de este resultado es la diferencia entre la energía disponible en los ingenios y el total de ventas registradas a la EEGSA. O bien los ingenios han alcanzado eficiencias superiores al 99%, lo cual técnicamente es cuasi un imposible, o bien están quemando mas bagazo del que producen y éste se esta convirtiendo de ser un desecho de fábrica en un bien mercantil y comercial.

Sin embargo, llamó aún más la atención que al sumar el total de disponibilidades de todos los ingenios, ésta fuese mucho menor (103,416,880.0 Kw) que los Kw vendidos en este mismo año (230,006,370.0).

Es muy posible que los ingenios además de bagazo de caña utilicen otros combustibles como cáscara de café, de arroz, rastrojos de maíz, leña de los desrrames de la sombra del café, incluso de elementos no muy comunes como llantas viejas, papel, y cuanto desperdicio pueda parecer útil. Pero aún así no se alcanzarían estas proporciones, pues estos otros elementos combustibles poseen menores valores calóricos, requieren mayores espacios de manipulación y significan un costo de transporte, además del de adquisición. Eso sin evaluar los costos de mezclado de combustibles y su manejo simultáneo en una misma área de ingreso a calderas para ser quemados.

Es claro que algo esta pasando en los ingenios que no esta totalmente apegado a la concepción original de la cogeneración como tal.

Veamos en detalle los seis ingenios que reportan venta de electricidad:

CUADRO No 9
VENTA DE ELECTRICIDAD SEGÚN INGENIO, AÑO 1996
(EN KW)

INGENIO	KW PRODUCIDOS	KW CONSUMIDOS	KW DISPONIBLES	KW VENDIDOS
Magdalena	28,638,836.0	20,047,184.5	8,591,651.5	11,645,040.0
Madre Tierra	26,031,243.0	18,221,870.1	7,809,372.9	492,710.0
Pantaleón	55,576,831.0	38,903,081.7	16,673,749.3	64,239,660.0
La Unión	33,001,069.0	23,100,748.3	9,900,320.7	9,844,440.0
Concepción	27,802,131.0	19,461,491.7	8,340,639.3	58,432,080.0
Santa Ana	33,553,372.0	21,987,360.4	11,566,011.6	85,352,540.0

Fuente: Elaboración propia con datos del ASAZGUA y EEGSA

Salvo los ingenios Madre Tierra y La Unión, todos los demás están vendiendo mas electricidad de la que disponen. Pantaleón, Concepción y Santa Ana incluso venden más de lo que producen quemando bagazo.

Esta aparente incongruencia llevó a plantear una nueva visita a estos seis ingenios, con la intención de observar el proceso de generación y la capacidad real de servicio a terceros. De esta visita se concluyó que los ingenios están quemando petróleo además del bagazo.

Al mismo tiempo, se depuró la información relativa a equipamiento adquirido por los ingenios al amparo del Decreto Ley No. 20-86, con el objeto de correlacionar su magnitud con lo encontrado. Una primera aproximación del equipamiento se presenta cuadros incluidos en el anexo del presente informe final, clasificado incluso según la etapa del proceso donde se localiza cada máquina. Posteriormente se trabajó en la obtención de información relativa a los precios de adquisición de estos equipos.



CAPITULO VI

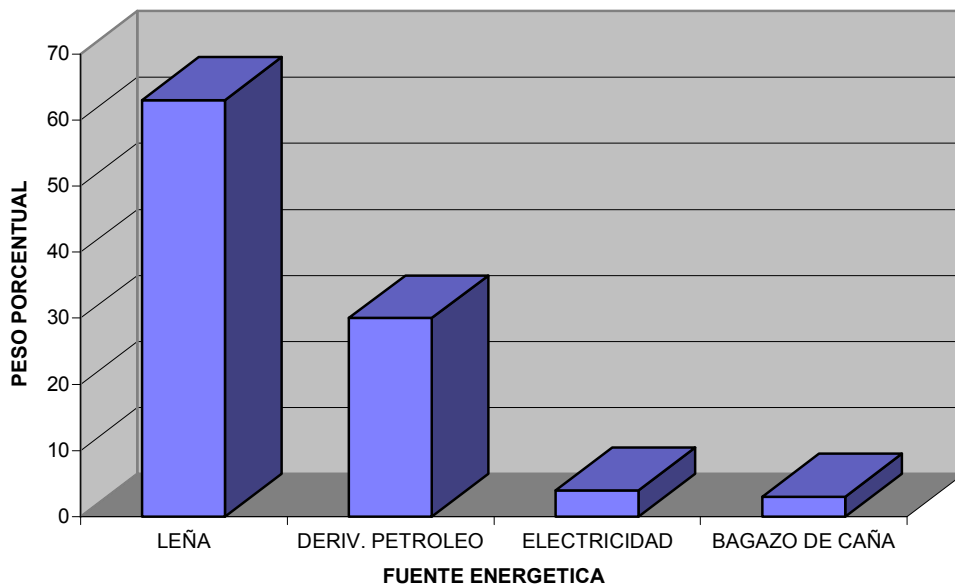
PARTICIPACION DE LA COGENERACION EN EL BALANCE ENERGETICO NACIONAL

6. PARTICIPACION DE LA COGENERACION EN EL BALANCE ENERGETICO NACIONAL

De acuerdo a los datos del Balance Nacional de Energía, Guatemala registra un cuadro de consumo por fuente de abastecimiento con las siguientes proporciones:

GRÁFICA 4

CONSUMO DE ENERGIA,SEGUN FUENTE ENERGETICA. AÑO 1996



Esta energía se distribuye sectorialmente con las proporciones siguientes:

CUADRO 10
CONSUMO DE ENERGIA, SEGÚN SECTORES

SECTOR	CONSUMO PORCENTUAL
Residencial	66.5
Transporte	17.5
Industria	10.3
Comercio	1.4
Público	0.9
Otros	3.4

Fuente : MEM



La contribución del bagazo de caña al balance esta prácticamente vinculada a los ingenios azucareros, pues son éstos los únicos que la producen. Originalmente se planteaba la necesidad de provocar una mejor distribución del balance, considerando el reducir el consumo de leña por sus efectos en la ecología del país, y reducir el consumo de derivados de petróleo por sus implicaciones en la balanza de pagos y el uso de divisas para su compra. Los planes de expansión del sector se han orientado entonces a elevar la participación de la electricidad con base hídrica y el consumo de bagazo de caña como fuente de electricidad.

Los costos de aprovechamiento hídrico han provocado que en primera instancia las inversiones se hayan orientado a elevar la participación del bagazo de caña a través de la cogeneración, aprovechando la existencia del equipo, la disponibilidad del combustible de base y la ubicación de los ingenios en el territorio nacional. Para ello se definieron los apoyos legales e institucionales que facilitarían ese objetivo, llegando a la fecha a existir un aporte efectivo de varios ingenios al sistema nacional de electricidad.

Sin embargo, ninguno de los ingenios que no están conectados a la red eléctrica, con el propósito de venta, tiene información sobre producción y los usos que le da, a tal punto que, el único medidor de energía eléctrica instalado en estos ingenios, es el de la empresa que les suministra energía cuando no se esta en época de producción de azúcar.

Ahora bien, para el caso de los ingenios que si están conectados al sistema nacional y por ende venden electricidad, se ha demostrado anteriormente que no toda la energía eléctrica que venden se origina del proceso de fabricación del azúcar. La estructura de demanda de EEGSA exige un suministro y producción constante durante todo el año, razón que ha promovido que los ingenios instalen plantas generadoras a base de otros combustibles alternos al bagazo de caña.

Desde el punto de vista estrictamente legal, amparado en el decreto ley que sostiene el fomento del uso de fuentes alternas de energía, entendiéndose como alternas al petróleo, la cogeneración presenta la limitante de usar combustibles diferentes al bagazo de caña que no sean derivados de petróleo.

Este aspecto representa un valladar que fácilmente fue salvado al emitirse por parte del gobierno, el amparo legal para permitir que los ingenios generen a base de petróleo en las épocas en que no se cuente con bagazo.

El empleo de otros combustibles alternos al bagazo ha introducido en los ingenios, nuevas tecnologías tanto en la producción de vapor para el uso del ingenio mismo, como en la producción de energía eléctrica para su consumo y venta.

Esto también ha permitido demostrar como la infraestructura física y técnica de los ingenios, es un bien aprovechable en otras actividades productivas que redundan en una baja de costos de capital, permitiendo a la industria un mejor nivel de competitividad en el mercado abierto de energía que el gobierno ha establecido como parte de sus políticas de desmonopolización y modernización de la economía.

A continuación se presenta la situación de los seis ingenios que están produciendo energía eléctrica bajo contrato con la EEGSA (ver cuadros No 11,12, 13 y 14) sobre lo que hay que recordar que en parte, quizás ahora cada año en menor proporción, es a base de bagazo de caña, orientándose cada vez más a ser termogeneradores.

El cuadro No 11 nos ilustra el potencial de molienda que tienen estos seis ingenios, destacando Pantaleón con más de 2 millones de toneladas molidas en la zafra 95-96. El Cuadro No 12 infiere el potencial de energía eléctrica que teóricamente tiene cada ingenio sobre la base del bagazo producido a raíz de la molienda en ese mismo período. El Cuadro No 13 establece la distribución de la energía que cada ingenio produce, destinándose en mayor proporción global para la venta a través de EEGSA y el resto para consumo propio en el ingenio.



La concepción de que la participación del bagazo de caña como fuente de energía, se incrementara en favor de disminuir las otras fuentes (leña y derivados del petróleo), se ha tornado en un incremento al consumo de petróleo, definiendo el papel de los ingenios ya no como cogeneradores sino como generadores de base térmica.

Los cuadros No 15,16,17 y 18 ilustran como los seis ingenios analizados poseen excedentes de electricidad sobre la base de la combustión del bagazo que producen derivado de la molienda reportada, siendo interesante los resultados del cuadro No 16 en cuanto que al compararlos con los del Cuadro No 18 resalta una diferencia de energía vendida en más del triple, la cual se logra al hacer participar en el modelo de producción el combustible AcNo6 que no es mas que un derivado del petróleo.

Esto es importante de considerar al analizar los reportes de consumo de energía del país, ya que se esta promoviendo una mayor dependencia de combustibles fósiles, sin que se progrese en el aprovechamiento de las fuentes hídricas ni se fomente el uso de fuentes alternas, afectando negativamente a la economía del país, vía la balanza de pagos y el uso con alto riesgo de nuestras divisas en la compra de combustibles importados.

Cuadro No 11

MOLIENDA Y PRODUCCION DE BAGAZO Y VAPOR (Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	CAÑA MOLIDA (TON)	BAGAZO (TON Y %)	VAPOR BAGAZO KLBS
Concepción	1,281,339	331,738 (25.88 %)	1,162,631
El Baúl	632,000	170,008 (26.90 %)	
La Unión	1,405,570	364,436 (25.92 %)	
Magdalena	1,142,319	313,795 (27.46 %)	1,216,390
Pantaleón	2,239,549	638,079 (26.64 %)	1,208,368
Santa Ana	1,395,356	383,538 (27.48 %)	
TOTAL	8,251,133	2,201,639 (26.68%)	

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.



Cuadro No 12

**PRODUCCION DE ENERGIA ELECTRICA
(Noviembre 1995-Junio 1996)**

INGENIO	GENERACION BAGAZO GWH	GENERACION COMBUSTIBLE GWH	GENERACION TOTAL
Concepción	33,734.7	39,537.3	73,272.0
El Baúl	4,387.4	0.0	4,387.4
La Unión	22,556.0	0.0	22,556.0
Magdalena	29,363.5	0.0	29,363.5
Pantaleón	71,182.0	14,333.0	85,515.0
Santa Ana	18,847.0	64,568.0	83,215.0
TOTAL	179,870.6	118,438.3	298,308.9

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.

Cuadro No 13

**CONSUMO Y VENTA DE ENERGIA ELECTRICA
(Noviembre 1995-Junio 1996)**

INGENIO	CONSUMO PROPIO (GWH)	VENTAS A EEGSA (GWH)	TOTALES (GWH)
Concepción	20,634.7	52,637.3	73,272.0
El Baúl	4,373.6	13.8	4,387.4
La Unión	14,894.3	7,661.7	22,556.0
Magdalena	20,169.3	9,194.2	29,363.5
Pantaleón	45,330.0	40,185.0	85,515.0
Santa Ana	17,883.0	65,332.0	83,215.0
TOTAL	123,284.9	175,024.3	298,308.9

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.



Cuadro No 14
RENDIMIENTO DE LOS TURBOGENERADORES DE ESCAPE
(Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	GENERACION VAPOR (KLBS)	GENERACION TGE (GWH)	RENDIMIENTO (Lbs/KWH)
Concepción	541,899.0	33,734.7	16.1
El Baúl	nei	4,387.4	?
La Unión	nei	22,554.0	?
Magdalena	694,882.7	77,182.0	23.7
Pantaleón	nei	18,647.0	?
Santa Ana	nei		?

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.

Cuadro No 15
INDICES DE GENERACION
(Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	MOLIENDA (TON)	GENERACION BAGAZO (GWH)	KWH/TON
Concepción	1,231,339	33,734.7	26.33
El Baúl	632,000	4,363.6	6.90
La Unión	1,405,570	22,556.0	16.04
Magdalena	1,142,319	29,365.5	25.71
Pantaleón	2,394,549	71,182.0	29.73
Santa Ana	1,395,356	18,647.0	13.36

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.

Cuadro No 16
VENTA DE ENERGIA POR TONELADA DE CAÑA MOLIDA
(Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	GENERACION BAGAZO (GWH)	CONSUMO PROPIO (GWH)	VENTAS (GWH)	KWH/TON
Concepción	33,734.7	20,634.7	13,100.0	10.22
El Baúl	4,387.4	4,673.6	13.8	0.02
La Unión	22,556.0	16,804.9	7,661.7	5.45
Magdalena	29,363.5	20,169.3	9,194.2	8.05
Pantaleón	71,182.0	45,330.0	25,852.0	10.80
Santa Ana	18,647.0	17,883.0	764.0	0.55
TOTAL	179,870.6	125,185.5	56,585.7	6.86

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.



Cuadro No 17
INDICE DE UTILIZACION DE ENERGIA ELECTRICA
(Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	GENERACION BAGAZO (GWH)	CONSUMO PROPIO (GWH)	MOLIENDA (TON)	KWH/TON
Concepción	33,734.7	20,634.7	1,281,339	16.10
El Baúl	4,387.4	4,673.6	632,000	7.33
La Unión	22,556.0	16,804.9	1,405,570	10.59
Magdalena	29,363.5	20,169.3	1,142,319	17.66
Pantaleón	71,182.0	45,330.0	2,395,549	18.92
Santa Ana	18,647.0	17,883.0	1,395,356	12.81
TOTAL	179,870.6	125,185.5	8,251,133	

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.

Cuadro No 18
VENTAS DE ENERGIA POR COMBUSTIBLE USADO
(Noviembre 1995-Junio 1996)

INGENIO	GENERACION BAGAZO (GWH)	GENERACION COMBUSTIBLE AcNo6 (GWH)	VENTA TOTAL
Concepción	13,100.7	39,537.3	52,637.3
El Baúl	13.8	0.0	13.8
La Unión	7,661.7	0.0	7,661.7
Magdalena	9,194.2	0.0	9,194.2
Pantaleón	25,852.0	14,333.0	40,185.0
Santa Ana	764.0	64,568.0	65,332.0
TOTAL	56,585.7	118,438.3	175,024.0

Fuente : Elaboración propia con datos de AZASGUA y encuesta de campo.



CAPITULO VII

ASPECTOS SOCIALES DE LA COGENERACION

7. ASPECTOS SOCIALES DE LA COGENERACION ELECTRICA

Uno de los aspectos de gran importancia que el presente estudio trató de evaluar consiste en medir de algún modo el impacto social del proceso de cogeneración en la industria azucarera. Se pudo constatar que el personal que labora en la fase técnica de la cogeneración es mínimo, considerando que se trata de mano de obra calificada y especializada en la supervisión y ejecución de las tareas vinculadas a la operación de las calderas, turbogeneradores y la planta de transmisión de electricidad.

No obstante, el auge que en el país ha tomado la cogeneración y la propia fabricación del azúcar tienen un impacto directo en la generación de empleo sobre todo de mano de obra no calificada.

El proceso de cogeneración eléctrica no se puede ver aislado del proceso agroindustrial de la fabricación del azúcar, como tampoco de la actividad agrícola de la producción de la caña de azúcar, en tanto que los tres forman parte de un mismo sistema productivo, con la única salvedad de que parte de la generación de electricidad del ingenio es para consumo propio y otra es para servicio de terceros, es decir, para vender al sistema nacional interconectado.

Al analizar cual es la importancia social de la cogeneración, necesariamente lo tenemos que vincular con el auge que la producción de caña ha tomado en el país en los últimos años.

En efecto, el cuadro No 19 muestra como la actividad cañera ha venido impulsándose fuertemente en los últimos años, principalmente a partir de 1989 en que el área de cultivo se incrementó en un 27% en relación a 1988.

Para 1997 la producción de caña aumentó en un 36% en relación a 1992, lo cual no solamente ha obedecido a la mayor extensión cultivada sino a los mejores rendimientos obtenidos por hectárea (de 65 toneladas hasta 100 toneladas), derivado de las mejoras genéticas alcanzadas en el Centro de Investigaciones de la Caña (CENGICAÑA, Santa Lucía Cotzumalguapa), donde investigadores guatemaltecos han logrado no sólo variedades más productivas sino con mayor contenido de sacarosa y más resistentes a las plagas y enfermedades.

Al analizar el comportamiento de los productos tradicionales, el área sembrada de la caña y el hule natural mantienen una tasa de crecimiento media anual superior al resto de productos, los que han crecido en menor proporción y en otros casos han decrecido significativamente como el caso del algodón.

En relación a esto es importante señalar que en los últimos años se ha venido observando un traslado de la actividad ganadera hacia la actividad cañera, principalmente en Escuintla y Retalhuleu, lo cual parece explicarse por el elevado arrendamiento que ofrecen los ingenios azucareros, que en algunos casos llega hasta los US\$ 325.0 por año por manzana.¹⁸

Un efecto colateral de este movimiento se registro en el segundo semestre de 1997 con el alza en el precio de la carne de res, agravado por la demanda que México sostiene del ganado en pie a partir de septiembre de cada año.

¹⁸ Es importante señalar que la actividad ganadera se esta desplazando hacia las tierras bajas del Departamento del Petén, donde las tierras son de vocación forestal. Esto ha empezado a incidir en una seria depredación de los recursos naturales.



CUADRO No. 19

PRODUCTOS TRADICIONALES: AREA COSECHADA
AÑOS CALENDARIO: 1984-1997

AÑO	AREA COSECHADA						
CALEN DARIO	CAÑA DE AZUCAR (Miles de Mz)	SEMILLA DE ALGODÓN (Miles de Mz.)	HULE NATURAL (Miles de Mz.)	CARDAMOMO (Miles de Mz.)	CAFÉ EN ORO (Miles de Mz.)	BANANO (Miles de Mz.)	ALGODÓN (Miles de Mz.)
1984	104.4	88.9	11.7	47.5	331.0	11.0	88.9
1985	103.4	96.3	23.0	47.5	327.8	11.0	96.3
1986	116.2	43.8	23.0	55.7	337.7	11.7	43.8
1987	129.0	57.8	31.5	60.2	380.0	11.1	57.7
1988	126.9	57.6	16.5	62.0	380.0	11.2	57.6
1989	160.0	56.0	21.8	62.5	380.0	11.3	56.6
1990	175.0	51.8	22.9	62.5	380.0	11.6	51.8
1991	179.9	56.0	24.0	62.5	375.0	11.8	56.0
1992	184.5	32.1	25.2	62.5	375.0	14.9	32.1
1993	185.0	21.8	27.0	65.6	375.0	15.0	21.8
1994	198.0	12.7	30.0	69.0	375.0	16.1	12.7
1995	214.3	8.1	33.1	69.0	380.6	17.0	8.1
1996	220.0	2.4	35.4	69.0	384.4	18.3	2.4
1997	N.D	N.D	37.5	69.5	N.D	19.0	N.D
TASA DE CREC.	6%	-26%	10%	3%	1%	4%	-26%

Fuente: Banco de Guatemala. Estadísticas Agropecuarias

Es obvio que la industria azucarera se encuentra en uno de sus mejores momentos, no sólo por el incremento en el precio en el mercado internacional y nacional, sino por el apareamiento de nuevos mercados como el de China, así como por las ventajas que representa la cogeneración eléctrica y el apoyo político del partido gobernante, con marcada participación de funcionarios que han estado vinculados al sector azucarero y que respaldan, apoyan y orientan al sector.

En este sentido, la industria del azúcar se ha convertido en uno de los más importantes generadores de empleo, según se puede constatar en los cuadros No 20, 21 y 22, representando una inversión de más de los Q.200 millones anuales, en pago de salarios promedio de Q 15.60 diarios, que dan sustento en el campo a miles de familias en las actividades de limpia, riego, aplicación de fertilizantes, controles fitosanitarios, corte de caña, desbasurado, acarreo, etc. contabilizándose por arriba de los 140 millones de jornales anuales, de los cuales casi tres cuartas partes son absorbidas por trabajo de mano de obra semi calificada y no calificada (limpias de campo y corte de caña).



CUADRO No 20
GUATEMALA: GENERACION DE EMPLEO EN LOS INGENIOS AZUCAREROS,
SEGÚN ZAFRA, PERIODO: 1995/1996

INGENIO	MOLIENDA (Ton/zafra)	JORNALES GENERADOS a/	SALARIO PROMEDIO	TOTAL SALARIOS
<i>Palo Gordo</i>	731,397	731,397	15.60	11,409,793.20
<i>Guadalupe</i>	500,943	500,943	15.60	7,814,710.80
<i>Santa Teresa</i>	67,578	67,578	15.60	1,054,216.80
<i>Magdalena</i>	1,142,319	1,142,319	15.60	17,820,176.40
<i>San Diego</i>	489,264	489,264	15.60	7,632,518.40
<i>Tulula</i>	350,949	350,949	15.60	5,474,804.40
<i>Madre Tierra</i>	1,121,557	1,121,557	15.60	17,496,289.20
<i>Pantaleón</i>	2,394,549	2,394,549	15.60	37,354,964.40
<i>La Unión</i>	1,405,570	1,405,570	15.60	21,926,892.00
<i>Trinidad</i>	187,006	187,006	15.60	2,917,293.60
<i>Concepción</i>	1,108,890	1,108,890	15.60	17,298,684.00
<i>El Baúl</i>	632,269	632,269	15.60	9,863,396.40
<i>Los Tarros</i>	286,426	286,426	15.60	4,468,245.60
<i>La Sonrisa</i>	23,925	23,925	15.60	373,230.00
<i>Santa Ana</i>	1,395,355	1,395,355	15.60	21,767,538.00
<i>El Pilar</i>	1,544,175	1,544,175	15.60	24,089,130.00
<i>Tierra Buena</i>	784,149	784,149	15.60	12,232,724.40
TOTAL	14,166,321	14,166,321	15.60	220,994,607.60

Fuente: Elaboración propia con datos de ASAZGUA

a/ Según el Banco de Guatemala se genera un jornal por cada tonelada cosechada

CUADRO No. 21

CAÑA DE AZÚCAR: JORNALES GENERADOS SEGÚN MANZANAS COSECHADAS
AÑOS: 1984/85 - 1996/97

AÑO AGRÍCOLA 1/ (Zafra)	AREA COSECHADA (Miles de mz.)	JORNALES PROMEDIO POR MZ. 2/	TOTAL DE JORNALES GENERADOS	SALARIO MINIMO PROM. ANUAL	VALOR DE JORNALES PAGADOS
1984/85	104,400	68	7,047,000.0	11.40	80,335,800.0
1985/86	103,400	68	6,979,500.0	11.40	79,566,300.0
1986/87	116,200	68	7,843,500.0	11.40	89,415,900.0
1987/88	129,000	68	8,707,500.0	11.40	99,265,500.0
1988/89	126,900	68	8,565,750.0	11.40	97,649,550.0
1989/90	160,000	68	10,800,000.0	11.40	123,120,000.0
1990/91	175,000	68	11,812,500.0	11.40	134,662,500.0
1991/92	179,900	68	12,143,250.0	11.40	138,433,050.0
1992/93	184,500	68	12,453,750.0	14.70	183,070,125.0
1993/94	185,000	68	12,487,500.0	14.70	183,566,250.0
1994/95	198,000	68	13,365,000.0	15.60	208,494,000.0
1995/96	214,300	68	14,465,250.0	15.60	225,657,900.0
1996/97 b/	220,000	68	14,850,000.0	15.60	231,660,000.0

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Guatemala.



CUADRO No. 22

CAÑA DE AZÚCAR: JORNALAS GENERADOS POR ZAFRA, SEGÚN ACTIVIDAD DE CAMPO.
AÑOS: 1984/85 - 1996/97

AÑO AGRÍCOLA 1/ (Zafra)	AREA COSECHADA (Miles de Mz.)	JORNALAS POR ACTIVIDAD DE CAMPO 2/						TOTAL
		LIMPIAS	RIEGO	FERTILIZACION	CONTROL FITO SANITARIO	CORTE	DESBASURADO	JORNALAS GENERADOS
1984/85	04,400	1,044,000	104,400	261,000	104,400	5,115,600	417,600	7,047,000
1985/86	03,400	1,034,000	103,400	258,500	103,400	5,066,600	413,600	6,979,500
1986/87	6,200	1,162,000	116,200	290,500	116,200	5,693,800	464,800	7,843,500
1987/88	129,000	1,290,000	129,000	322,500	129,000	6,321,000	516,000	8,707,500
1988/89	126,900	1,269,000	126,900	317,250	126,900	6,218,100	507,600	8,565,750
1989/90	160,000	1,600,000	160,000	400,000	160,000	7,840,000	640,000	10,800,000
1990/91	175,000	1,750,000	175,000	437,500	175,000	8,575,000	700,000	11,812,500
1991/92	179,900	1,799,000	179,900	449,750	179,900	8,815,100	719,600	12,143,250
1992/93	184,500	1,845,000	184,500	461,250	184,500	9,040,500	738,000	12,453,750
1993/94	185,000	1,850,000	185,000	462,500	185,000	9,065,000	740,000	12,487,500
1994/95	198,000	1,980,000	198,000	495,000	198,000	9,702,000	792,000	13,365,000
1995/96	214,300	2,143,000	214,300	535,750	214,300	10,500,700	857,200	14,465,250
1996/97 b/	220,000	2,200,000	220,000	550,000	220,000	10,780,000	880,000	14,850,000
TOTAL ABS.		20,966,000	2,096,600	5,241,500	2,096,600	102,733,400	8,386,400	141,520,500
TOTAL REL.		15%	1%	4%	1%	73%	6%	100%

Fuente: Elaboración propia con datos del Banco de Guatemala

1/ Comprende el período de noviembre de un año a octubre del siguiente

2/ Según la encuesta para una Mz. se usan: para limpias (10 jornales); riego (1 jornal); fertilización 2.5 jornales); control fitosanitario (1 jornal); corte (49 jornales) y desbasurado (4 jornales)

En efecto, según se logró determinar a través de la encuesta de campo, para laborar una manzana de caña se requieren en promedio 68 jornales durante la zafra, de los cuales 10 son para Limpias, 1 para Riego, 2.5 para Fertilización, 1 para Control Fitosanitario, 49 para Corte y 4 para Desbasurado (ver cuadro No 22).

Relacionando esta información con las manzanas cultivadas se pudo inferir el total de jornales que la actividad cañera ha demandado en los últimos 13 años, en los que se puede verificar un aumento considerable de un 111% al comparar lo reportado para la zafra 1984/1985 y la de 1995/1996.

Es importante apuntar que el valor de los jornales pagados en la zafra 1995/1996 considerando un salario mínimo promedio del Q15.60 arroja la suma de Q225.7 millones, que equivale al 17% de todos los salarios pagados en el sector agrícola en el mismo período, según informa el Banco de Guatemala.

Cabe hacer notar también que según el Banco de Guatemala, en el país se genera un jornal por cada tonelada cosechada de caña, situación que para el período 1995/1996 asciende a 14,166,321 jornales (ver cuadro No 20). Si este dato lo comparamos con el total de jornales reportados para el mismo período de zafra, tomando en cuenta los 68 jornales por manzana que arrojó la encuesta, (ver cuadro No 21) se tiene un total de jornales de 14,465,250 que representa una diferencia de sólo el 2%.



De acuerdo al cuadro No 22, la actividad del corte de caña representa el 73% de todos los jornales requeridos en el período de la zafra (de noviembre a mayo), lo cual implica 7 meses de trabajo, principalmente en el área de Escuintla, departamento que aglutina a la mayor parte de los ingenios azucareros.

Es de considerarse que ya se están dando casos de ingenios que empiezan a introducir la cosechadora mecánica que podría llegar a desplazar grandes cantidades de mano de obra que se ocupa en el corte (se estiman más de 40,000 personas en la cosecha 1990/91 y unos 60,000 en la cosecha 1995/1996) ya que al ser un trabajo pagado a destajo, permite que el trabajador obtenga en un día el equivalente de hasta 4 días de salario diario normal.

En la actualidad se ha logrado cosechar mecánicamente hasta 580 toneladas diarias, con una eficiencia de 39.4 toneladas por hectárea. Sin embargo, hay todavía muchas limitantes como lo es el tener que contar con surcos mas largos y eliminar la existencia de piletas donde toma agua el ganado en las fincas que se están volviendo cañeras.

En el cuadro No 20 se presenta la relación entre las toneladas de caña cosechada y los jornales generados, para lo cual se empleo el método del Banco de Guatemala mencionado arriba. En este sentido, es fácil observar una relación proporcional entre la producción de cada uno de los ingenios y el trabajo demandado.

Dentro de los ingenios resalta la producción del ingenio Pantaleón, El Pilar, Santa Ana, La Unión, Madre Tierra y Magdalena que rebasan el millón de toneladas cosechadas, y conjuntamente aportan el 73% de la toda la producción; consecuentemente son los ingenios que contratan la mayor cantidad de mano de obra.

Independientemente de la creación de fuentes de trabajo que ha llevado aparejada la agroindustria azucarera, es importante señalar que el proceso de cogeneración eléctrica podrá en alguna medida contribuir a fortalecer la oferta de electricidad para los sectores del área rural, sobre todo en época de verano, que es cuando la capacidad hidroeléctrica se ve afectada por la falta de agua. De crearse los mecanismos adecuados para llevar electricidad a los sectores marginales del país, la cogeneración tendrá un impacto social fundamental en el desarrollo económico.

Adicionalmente, los ingenios azucareros han venido ejecutando una serie de proyectos de tipo social a través de fundaciones de carácter benéfico, por medio de la cuales han llevado algunas soluciones de tipo habitacional, de salud y educación, a los trabajadores del sector azucarero, considerando el peso que representa en la ocupación de trabajadores a nivel nacional.



CAPITULO VIII

IMPACTO ECONOMICO DE LA COGENERACION

8. EL IMPACTO ECONÓMICO DE LA COGENERACION ELECTRICA

Es indudable que el auge de la cogeneración eléctrica vía los ingenios azucareros, está íntimamente relacionado con la llegada del actual Gobierno, en tanto que varios de sus principales dirigentes tienen intereses económicos en el sector azucarero. De esa cuenta no extraña que los representantes en el Congreso de la República que pertenecen al partido gobernante, han acelerado una serie de cambios en la legislación, dirigidos a romper el monopolio natural que mantenía el INDE, y dar paso a que el sector privado participe no sólo en la generación sino en el transporte, distribución y comercialización de la electricidad. De esa cuenta, se reestructuró la Ley del INDE, y se creó la Ley General de Electricidad a fin de preparar todo el andamiaje jurídico que justificara romper el monopolio.

Dentro de la estructura del poder económico dominante en el país, generalmente fincado en la actividad agroexportadora tradicional, el sector azucarero emerge no sólo apoyado por legislación ad-hoc que le permite influir en el poder político del gobierno, sino también por el aprovechamiento de una mayor apertura del mercado mundial del azúcar, luego de los cambios en las economías socialistas en Europa, situación que favorece al país, al ingresar al mercado de Rusia y China (ver cuadro No 23). Esta ampliación del mercado se ha visto reflejada internamente en un incremento sustancial del área cultivada de caña de azúcar, a costa de la caída de la actividad ganadera y de la producción del algodón.

CUADRO No 23

EXPORTACIONES DE AZUCAR, SEGÚN DESTINO (Zafra 1989-1990 A 1996-1997)

país	VENTAS	
	QUINTALES	%
CANADA	3,815,527	3%
CHILE	6,496,188	5%
CHINA	5,251,369	4%
ECUADOR	4,344,583	3%
EGIPTO	4,835,224	4%
HAITI	3,927,582	3%
MARRUECOS	3,328,720	2%
MEXICO	4,858,778	4%
PERU	8,652,722	6%
ESTADOS UNIDOS a/	40,171,733	30%
RUSIA	7,917,429	6%
SRI LANKA	4,948,237	4%
USA CUOTA	11,355,703	8%
VENEZUELA	10,433,293	8%
OTROS	14,926,987	11%
TOTAL	135,264,075	100%

Fuente: ASAZGUA a/ Se refiere a reexportadores



El sector azucarero no sólo ha aprovechado las mayores oportunidades de exportación sino el incremento en el precio del azúcar en el mercado interno, el cual es mucho mas alto del que se paga externamente (como producto de la política de liberación de los precios de los productos de consumo), motivando un subsidio indirecto del consumidor nacional hacia el consumidor de otros países.

De este modo, al fortalecimiento del sector azucarero a través de una mayor producción de azúcar, se viene a sumar la creación de las condiciones propicias para la venta de electricidad al sistema nacional interconectado, situación ésta que le permite participar en el control de una de las variables estratégicas mas importantes para cualquier país, como lo es la producción y venta de energía.

No es casual tampoco que las tarifas de electricidad estén experimentando constantes incrementos, ya que sin duda están dirigidas no sólo a estimular la participación privada, sino a favorecer el proceso de acumulación de capital del sector azucarero, el cual se estaría canalizando por medio de la modernización financiera, hacia instituciones que están realizando operaciones bancarias altamente rentables, al desarrollar actividades especulativas tendientes a mantener altos márgenes de intermediación financiera, y por sobre todo a presionar alzas en el tipo de cambio que se traduzca en mayores ingresos por la actividad agroexportadora.

La participación del azúcar dentro del total de las exportaciones tradicionales le otorga un segundo lugar, al continuar el café como el producto mas importante. En este sentido cabe señalar que de US\$ 74.6 millones de divisas que este producto generó en la zafra 1984/1985 pasó a US\$ 166.7 millones en el período de 1996/1997, lo cual representa un incremento del 124% (cuadro 24).¹⁹

CUADRO No 24

CAÑA DE AZÚCAR: AREA, PRODUCCION DE
AZUCAR, Y EXPORTACION
AÑOS: 1984/85 - 1996/97

AÑO AGRÍCOLA (Zafra)	AREA COSECHADA (Miles de T.C)	CAÑA MOLIDA (Miles de T.C)	PRODUCCION DE AZÚCAR (Miles de q.q)	AÑO CALEN DARIO	EXPORTACION DE AZÚCAR		
					Miles de q.q	Miles de U.S.\$	Precio Medio
1984/85	104.4	6,053.8	11,952.8	1984	6,084.3	74,572.8	12.3
1985/86	103.4	6,191.7	12,815.5	1985	5,524.5	44,210.5	8.0
1986/87	116.2	6,970.9	13,588.5	1986	8,364.2	50,816.0	6.1
1987/88	129.0	7,731.7	14,215.2	1987	6,345.1	53,645.2	8.5
1988/89	126.9	7,615.3	14,626.5	1988	9,025.4	71,471.8	7.9
1989/90	160.0	9,603.1	18,236.1	1989	8,565.7	86,266.4	10.1
1990/91	175.0	10,798.8	21,192.1	1990	8,762.9	120,391.1	13.7
1991/92	179.9	11,307.6	23,369.1	1991	13,882.3	138,140.4	10.0
1992/93	184.5	11,434.2	23,081.3	1992	17,421.2	158,057.6	9.1
1993/94	185.0	11,791.3	24,185.9	1993	14,606.4	143,049.4	9.8
1994/95	198.0	14,039.8	28,114.3	1994	15,318.3	161,469.2	10.5
1995/96	214.3	14,166.3	28,148.0	1995	19,112.7	238,182.9	12.5
1996/97	220.0	15,098.0	30,000.0	1996	14,618.8	166,728.7	11.4

Fuente: Banco de Guatemala. Estadísticas Agropecuarias

¹⁹ Es importante indicar que el mercado del azúcar se ha venido ampliando sobre todo en el caso de países como Venezuela, Perú, Rusia, China, Egipto, Sri Lanka y por supuesto los Estados Unidos donde se vende con cuota un 8% y fuera de cuota un 30%.



Si a ésta situación se le adiciona el hecho de que la utilización del bagazo de caña como combustible, le representa al país un enorme ahorro de divisas por los combustibles fósiles que deja de importar, se tiene que el efecto en la balanza de pagos es doblemente positivo por la mayor entrada de divisas que genera los mayores volúmenes de exportación de azúcar y el ahorro de divisas por el uso del bagazo.

En efecto, un rápido ejercicio permite inferir el ahorro potencial que el país tiene si asumiéramos que todo el bagazo de la caña de azúcar que se destina para la generación de electricidad en los ingenios azucareros tuviera que ser sustituido por combustibles fósiles (petróleo crudo, fuel oil y diesel). Según se observa en el cuadro No 25, se necesitan 804,000 toneladas de bagazo seco para producir el calor calorífico equivalente de 1.0 millones de barriles de petróleo.

Si consideramos un precio promedio por barril de los últimos años (US\$ 23.0 por barril) significaría que para adquirir los barriles de petróleo necesarios, se daría una salida de divisas aproximada de US\$ 105.4 millones. Siendo que el valor total de las importaciones del país para 1996 fueron de US\$ 3,146.20 millones, vemos que el efecto de importar mas barriles de petróleo en la balanza de pagos sería del 3.3%, lo cual es bastante significativo si consideramos que la balanza comercial de los últimos años ha sido deficitaria.

CUADRO No 25

AHORRO POTENCIAL DE DIVISAS POR LA GENERACION ELECTRICA CON BAGAZO DE CAÑA
(ZAFRA: 1995/1996)

INGENIO	MOLIENDA (Ton/zafra)	PROD. BAGAZO (Ton/zafra)	BARRILES DE PETROLEO a/	Kwh POTENCIA (Totales/zafra)	VALOR PETROLEO IMPORTADO b/
<i>Palo Gordo</i>	731,397	190,163	236,521	18,115,048	5,439,992.6
<i>Guadalupe</i>	500,943	130,245	161,996	10,999,002	3,725,919.3
<i>Santa Teresa</i>	67,578	17,570	21,854	2,408,570	502,632.4
<i>Magdalena</i>	1,142,319	297,003	369,407	28,638,835	8,496,352.8
<i>San Diego</i>	489,264	127,209	158,220	13,894,973	3,639,053.1
<i>Tulula</i>	350,949	91,247	113,491	10,637,514	2,610,292.3
<i>Madre Tierra</i>	1,121,557	291,605	362,693	26,031,243	8,341,928.9
<i>Pantaleón</i>	2,394,549	622,583	774,357	55,575,831	17,810,202.8
<i>La Unión</i>	1,405,570	365,448	454,538	33,001,069	10,454,363.9
<i>Trinidad</i>	187,006	48,622	60,475	6,437,747	1,390,915.3
<i>Concepción</i>	1,108,890	288,311	358,596	27,802,131	8,247,714.2
<i>El Baúl</i>	632,269	164,390	204,465	15,377,483	4,702,697.3
<i>Los Tarros</i>	286,426	74,471	92,625	8,947,859	2,130,382.4
<i>La Sonrisa</i>	23,925	6,221	7,737	1,186,008	177,949.6
<i>Santa Ana</i>	1,395,355	362,792	451,234	38,553,372	10,378,386.7
<i>El Pilar</i>	1,544,175	401,486	499,360	32,497,422	11,485,281.7
<i>Tierra Buena</i>	784,149	203,879	253,581	20,954,156	5,832,352.0
TOTAL	14,166,321	3,683,243	4,581,149	351,058,263	105,366,417.4

Fuente: Elaboración propia con datos de ASAZGUA y MEM.

a/ Según el MEM 804,000 toneladas de bagazo tienen un poder calorífico proporcional a 1.0 millones de barriles de petróleo.

b/ Según el MEM el precio del barril de petróleo importado en los últimos años es de un promedio de US\$23.0



Sin embargo, el proceso de cogeneración tiene un costo en divisas para el país, en cuanto al equipamiento que ha implicado para los ingenios que ya están inmersos en esta actividad.

En el cuadro No 26 se puede observar que el monto de equipamiento para un ingenio alcanza la suma de US\$11.4 millones, lo cual representa una salida de divisas por un lado y por otro lado una pérdida fiscal, en tanto que las importaciones del equipo para cogeneración se han realizado en su totalidad bajo el amparo del Decreto Ley No. 20-86 que lo exonera de impuestos de importación. Desafortunadamente no se pudo obtener información del costo de equipamiento de todos los ingenios, pero se puede inferir que el valor oscila de US\$ 8.0 hasta US\$ 15.0 millones.

CUADRO No 26

COSTO PROMEDIO DE LA IMPORTACION DE EQUIPO PARA COGENERACION a/

TIPO DE EQUIPO	VALOR EN US\$
CALDERAS	3,999,107.3
TURBOGENERADORES	5,689,632.9
SUBESTACION ELECTRICA	1,744,764.0
TOTAL	11,433,504.2

Fuente : Encuesta de campo.

a / Un detalle del equipo se presenta en el anexo

Cabe destacar que en el Decreto 38-92 Ley del Impuesto a la Distribución del Petróleo Crudo y Combustibles Derivados del Petróleo, en el artículo No 1, establece un impuesto de Q0.50 por galón sobre el petróleo crudo y los combustibles derivados del petróleo, ya sean importados o producidos en el país; sin embargo, en el artículo No 5 (exenciones) establece que “están exentos de la aplicación del impuesto los despachos de los productos destinados a: (...) la generación de energía eléctrica para la venta y consumo público, en cuanto se refiere al petróleo crudo, diesel y bunker usados como combustibles en plantas termoeléctricas, conectadas al sistema eléctrico nacional.”

Esta disposición sin duda representa un nuevo sacrificio fiscal en aras de estimular la cogeneración, lo que confirma el apoyo que el gobierno ha brindado al sector azucarero, quien por otro lado, podría aprovechar este tipo de medidas para ampliar su capacidad de cogenerar tanto en verano como en invierno, es decir, incrementar su equipamiento más allá de los objetivos marcados por el Decreto Ley No 20-86.

En suma la cogeneración eléctrica representa para el país un importante beneficio económico en tanto que estimula una mayor producción de caña de azúcar (que proporciona una importante cantidad de empleo para el país) y permite realizar mayores exportaciones de azúcar que representa también una significativa entrada de divisas.

Por otra parte, el incremento de la oferta de energía resulta por demás positivo, si consideramos que la demanda del servicio eléctrico supera con creces la actual capacidad del sistema de generación, sobre todo en las áreas rurales donde se ubica la mayor parte de la población.

Las ventajas fiscales dadas para incentivar la inversión son de tipo temporal y no están definidas para más de 10 años de vigencia, por lo que una vez establecido el sistema de aporte energético a la red, éste deberá funcionar bajo las reglas de mercado normales.



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- El estudio demuestra que las posibilidades de la agroindustria azucarera para participar en el negocio de la energía se vieron grandemente favorecidas en un período de 10 años, a través de la vigencia del Decreto Ley No. 20-86, el cual permitió la renovación del parque automotor y el incremento de su capacidad operativa, en el marco del mejoramiento de la eficiencia como un medio de aprovechar los desechos de la fabricación del azúcar y la producción de vapor, los cuales se destinaron a la generación de electricidad susceptible de ser vendida a terceros consumidores.
- El constante incremento de demanda de electricidad y la falta de una renovación del sistema de oferta por parte del gobierno, han orientado a considerar a los ingenios azucareros como una buena opción para suplir energía al sistema nacional. Esta demanda sin embargo no permite la estacionalidad del servicio, sino que exige una constancia ininterrumpida, lo cual obliga a los ingenios a compromisos de oferta durante todo el tiempo, por lo que el combustible de base para la cogeneración ya no es suficiente.
- La concepción de cogeneración esta basada en producir energía utilizando el bagazo de caña y elevando la eficiencia de fabricación del azúcar, para que los remanentes de energía puedan ser destinados a terceros. Sin embargo, la investigación refleja que bagazo no hay todo el tiempo, y que las acciones han derivado a utilizar combustibles convencionales, en este caso derivados de petróleo, razón que desvirtúa las bases de existencia del Decreto Ley No. 20-86, y degenera el mérito de cogeneradores de los ingenios a ser simplemente generadores de base térmica, es decir, empresas termoeléctricas.
- El marco regulatorio del Decreto Ley No 20-86 favoreció también en buena medida la política de diversificación de la industria azucarera, pues le introdujo en el mercado de la energía, como un apoyo al sistema de generación nacional, inicialmente aprovechando combustibles renovables nacionales de muy bajo valor económico, tal el caso del bagazo de la caña de azúcar, y sentó las bases para que los ingenios y el sector azucarero pudiera aprovechar la mayor apertura que los agentes privados tienen con las políticas neoliberales, favoreciendo los procesos de privatización en el sector energía del país.
- Los mecanismos de favoritismo fiscal planteados en el Decreto Ley No 20-86 para que los ingenios incrementaran su capacidad de generación, fueron aprovechados para lograr no solo la eficiencia de los procesos existentes, sino la ampliación de sus capacidades operativas, lo que se demuestra en gran parte al comparar los niveles de capacidad de molienda real en los últimos años, donde ingenios como Pantaleón han pasado de 6,000 toneladas de molienda diaria a 13,000 entre 1994 y 1996.
- Indudablemente la industria azucarera ha incrementado su capacidad aprovechando los incentivos de importación de equipos, esta gozando de excepciones fiscales por las inversiones realizadas, lo que debería reflejarse en una mejora en los precios al consumidor de sus productos pero en cambio, en los últimos años se han registrado alzas en los precios del azúcar en el mercado nacional.
- En cuanto a los precios de la electricidad servida por los ingenios, se esperarían tarifas en base a sus costos de producción, los cuales se ven favorecidos por los incentivos del Decreto Ley No 20-86, sin embargo, las tarifas que se han negociado entre los productores y la EEGSA e INDE, no parecen haber considerado este factor.
- Derivado del auge de la cogeneración, los ingenios han logrado un incremento en la capacidad de molienda, una mejora sustancial en los niveles de eficiencia de operación y una actualización de los



mecanismos de proceso, que les ha permitido mejorar aspectos de la industria como el aprovechamiento de nuevas variedades de caña en función de los intereses de molienda, así según se requiera mayor o menor volumen de bagazo, el mejor aprovechamiento de los desechos de la fábrica, incluyendo recuperación de gases y uso de temperaturas para precalentamientos en el mismo proceso, todo lo cual les ha representado un incremento en sus utilidades.

- En conjunto tenemos que los ingenios consumieron un 66.9% de la energía eléctrica, es decir, 125,185,500 KWH, generada a base de bagazo de caña durante la zafra 1995-96. En ese mismo período vendieron el 33.1%, es decir, 56,595,000 KWH. Tenemos que en conjunto, la industria azucarera vendió un total de 175,024,000 KWH, de los cuales 56,595,600 KWH fue generado con bagazo de la caña, equivalente al 32.3% del total, mientras que 118,438,300 KWH se generaron a base de petróleo, que constituye el 67.7% del total. Los ingenios produjeron en esta zafra, 6.86 KWH/ton de caña molida.
- La investigación demostró que la producción de energía de los ingenios, que no es empleada en el proceso ni a la venta, se destina a otros fines que no están controlados ni medidos, tal el caso de complejos habitacionales y empresas de transporte asociadas a los ingenios.
- En ninguno de los ingenios evaluados existe un programa para determinar, con cierto grado de exactitud y confianza, la eficiencia de las calderas.
- Los resultados obtenidos con los programas de cogeneración no se pueden calificar de satisfactorios. Los estudios preliminares que sirvieron para justificar las inversiones, son el único medio de comparación para evaluar los resultados obtenidos al momento.
- Ningún ingenio ha hecho un esfuerzo metódico para medir los parámetros que afectan la producción de energía eléctrica con bagazo. Mas bien la preocupación se ha centrado en suministrar la mayor cantidad de electricidad a la EEGSA, considerando la apertura del mercado de energía y las posibilidades de obtener un ingreso económico.
- Es indudable que el marco jurídico que norma la actividad del sub-sector eléctrico ha experimentado cambios importantes, así la derogación de la Ley del INDE eliminó el trámite de que cualquier empresa que deseara entrar al negocio de la electricidad tuviera que ser aprobada por el INDE previamente. Además, el INDE entra ahora al mercado como una institución más con plena autonomía financiera que si bien le permite la reinversión de sus utilidades de acuerdo a sus propios planes de expansión, también la exime de cualquier apoyo estatal por la vía del subsidio, a no ser que sea un subsidio focalizado para un determinado sector de la población y que este ubicado en las áreas rurales. El INDE debe ahora operar con los mejores niveles de eficiencia y eficacia que le permitan ser competitiva en el mercado de la electricidad.
- La Ley General de Electricidad viene a ser el complemento de las reformas a la Ley del INDE, al constituirse en el marco global al cual deben sujetarse todas aquellas empresas nacionales y extranjeras, tal el caso de los ingenios azucareros, interesados en entrar al negocio de la electricidad, para lo cual únicamente deberán respetar las estipulaciones existentes en torno al medio ambiente y el uso de los bienes de dominio público.
- La investigación demostró que la Ley de Fuentes Nuevas (Decreto Ley No 20-86), fue el eje sobre el cual giraba todo el proceso de la Cogeneración eléctrica, donde los ingenios azucareros llevan la delantera sobre cualquier otra industria que desee cogenerar.
- El paso de los ingenios al transformarse de cogeneradores a generadores propiamente dicho, permite



inferir por el momento un interés aún mayor de esta agroindustria por adentrarse en el sector energía, como parte de sus planes de diversificación en el marco de la desmonopolización del sub-sector eléctrico.

- El tipo de calderas que hemos visto en los ingenios de Guatemala pueden, con rápidos y sencillos cambios, quemar otros combustibles alternos al bagazo de caña, tales como leña, cáscara de café, de arroz, de maíz, paja, etc. pero ninguno de los ingenios ha hecho estudios formales sobre ellos. Se observó en Palo Gordo, Tierra Buena y los Tarros, que se utiliza leña para el arranque del ingenio.
- Se encontró que un ingenio (Palo Gordo), posee equipo para la fabricación de alcohol carburante a partir de la caña de azúcar, pero aparentemente producen sólo alcohol industrial para el mercado de exportación. Sería interesante profundizar en esta experiencia considerando que la mezcla con gasolina del alcohol reduciría la factura petrolera de la nación. Además se conoce de un programa piloto ejecutado en la década pasada coordinado con la compañía Texaco, pero no se sabe de sus resultados ni de las razones por las que no se continuó.
- Desde el punto de vista ambientalista, la investigación demostró que la cogeneración permite el aprovechamiento de un desecho de fábrica como lo es el bagazo de la caña, evitando que sea tirado a los ríos o abandonado a la intemperie, el hecho de que los ingenios estén previendo quemar petróleo, los convierte en contaminadores del aire principalmente, porque tendremos de esa cuenta grandes chimeneas con humo negro todo el tiempo que expelan cantidades significativas de cenizas.
- A nivel social el impacto de la cogeneración es más directa en materia de empleo, sobre todo en el área rural, en tanto que la misma no puede verse desvinculada de la producción de caña de azúcar y de su respectivo proceso de refinación. El auge de la cogeneración está incidiendo en la ampliación de las áreas de cultivo, principalmente en la costa sur, donde la mayor parte de fincas ganaderas y algunas cafetaleras se están tornando en productoras de caña de azúcar. Esta situación favorece la generación de nuevos empleos y la mejora de los ingresos para una parte importante de la población; además, la cogeneración permite canalizar mayor cantidad de energía eléctrica al sistema nacional, ampliando de este modo la cobertura nacional.
- En el plano económico, la Cogeneración coadyuva en forma directa al ahorro de combustibles importados para la generación de electricidad al utilizar como combustible el bagazo de caña, lo que sin duda tiene efectos positivos en la Balanza de Pagos; indirectamente la cogeneración estimula la producción de caña de azúcar, lo que implica potenciar las exportaciones de azúcar.



RECOMENDACIONES

- Dada la importancia del sub-sector eléctrico en el desarrollo del país, y al interés demostrado en este caso por los ingenios, por ingresar al mercado de la electricidad y las expectativas que abre a otros agentes del sector privado, es recomendable la realización de un estudio mas amplio que involucre a los diferentes generadores de electricidad, ya que en estos momentos se esta modernizando la estructura institucional del referido sub-sector.
- Es recomendable mantener una evaluación constante de la política energética, en el sentido de que ésta responda a los lineamientos de un plan nacional de desarrollo congruente con los objetivos de crecimiento económico y bienestar de la población. La temática en si es de una dinámica constante, por lo que la presente investigación deberá actualizarse periódicamente y en función de los cambios que se den el marco legal e institucional.



BIBLIOGRAFIA

1. **Ministerio de Energía y Minas.** "Plan Nacional de Energía." 1990.
2. **INDE.** "Políticas y Estrategias del Subsector Eléctrico de Guatemala." Marzo de 1993.
3. **INDE.** "Evaluación de la Electrificación Rural de la República de Guatemala." Presentado a la XIII Conferencia Latinoamericana de Electrificación Rural. Abril de 1991.
4. **Instituto de Economía Energética.** "Análisis Financiero de las Empresas Eléctricas." Argentina. 1991.
5. **INDE.** "Medidas tendientes a afrontar la escasez y racionamiento del Suministro Eléctrico." 1993.
6. **AZASGUA.** "Aspectos Vinculados a la Caña de Azúcar." 1993.
7. **Harold s. Birkett.** "Cogeneración en la Industria Azucarera." **Baton Rouge** Louisiana. 1993.
8. **Congreso de la República.** "Decreto Ley 20-86." 1986.
9. **Congreso de la República.** "Proyecto de Ley General de Electricidad" 1996
10. **Congreso de la República .**"Proyecto de Ley del INDE". 1995
11. **ASIES.** "LA ENERGÍA ELÉCTRICA EN GUATEMALA : UNA PROPUESTA".
12. REVISTA MOMENTO No. 9, 1990.
13. **INDE.** "NEGOCIOS DE GENERACION DE ELECTRICIDAD EN GUATEMALA".
14. MARZO DE 1997.
13. **SEGEPLAN.** "Situación Actual del Subsector de Energía Eléctrica en Guatemala". 1991.
14. **INDE.** "Memoria de Labores de 1996".
15. **INDE.** "Capítulo XI, Sector Energía." Fotocopia. Abril de 1993.
16. **CEUR.** "La electrificación en Guatemala: análisis de los proyectos de ley presentados al Organismo Legislativo. USAC. Mayo de 1996.
17. **COMISION MULTISECTORIAL.** "Informe sobre el Subsector Eléctrico". Junio 24/93 a mayo 17/94.
18. **Ministerio de Energía y Minas.** "Proyecto Ley General de Electricidad". Exposición de Motivos". 1996
19. **ASAZGUA.** "BOLETIN ESTADISTICO".1996
20. **ATAGUA.** "BOLETIN ESTADISTICO".1996



ANEXOS



BOLETA DE ENCUESTA

La presente información se recaba como parte del apoyo a la investigación del proyecto "Evaluación del Impacto Energético, Socioeconómico y Financiero del Proceso de Cogeneración Eléctrica en la Industria Azucarera", que la Dirección General de Investigaciones de la Universidad de San Carlos de Guatemala realiza en 1997, con el respaldo del Departamento de Estudios de Problemas Nacionales de la Facultad de Ciencias Económicas.

INFORMACION DEL INGENIO:

1. Nombre del Ingenio: _____
2. Ubicación: _____
3. Vías de Acceso: _____
4. Años de Operación: _____
5. Molienda Anual Promedio: _____
6. Tipo de Calderas: _____
7. Entrevistado: _____ Cargo: _____
8. Localización: _____
9. Teléfono, fax, etc.: _____ Fecha: _____

Observaciones: _____

DATOS DE OPERACION:

1. Tandem de molinos tiene _____ unidades accionadas por turbinas de vapor de contrapresión a _____ psig.
2. Los molinos tienen un tamaño de _____ " x _____ " y están diseñados para moler a razón de _____ toneladas caña por/día.
3. Contenido de fibra de la caña es de _____ % promedio.
4. Capacidad de molienda del ingenio es de _____ ton/día.
5. Tiempo perdido (máximo) _____ % = _____ horas/día.
6. Tiempo aprovechado _____ T = _____ horas/día.
7. Pol. de Bagazo _____ %
8. Pureza del jugo residual _____



DATOS FINANCIEROS:

1. Valor del equipamiento existente_____ (US \$)
2. Procedencia del equipo (nac. o extranjero)_____
3. Valor de equipos necesarios a agregar_____ (US \$)
4. Programa de inversión _____
5. Costo actual de producción para consumo de Kw-hora_____ (US \$)
6. Costo de manejo Ton de bagazo_____ (US \$)
7. Precios de Venta del KWH y años de producción _____

DATOS SOCIALES:

1. Mano de Obra empleada en corte de caña_____
2. Mano de Obra empleada en producción azúcar_____
3. Mano de Obra empleada en transporte caña_____
4. Mano de Obra empleada en transporte azúcar_____
5. Mano de Obra empleada en manejo de bagazo_____
6. Mano de Obra empleada en mantenimiento_____
7. Mano de Obra empleada en Cogeneración_____

OTROS:

1. Area cultivada de caña actual_____
2. Proyección de expansión de siembras_____
3. Clase de caña empleada_____
4. Características de la caña molida actual_____
5. Afluentes Producidos:_____
6. Tipo de Proceso que Contrarresta efectos de Afluentes:_____
7. Características de Plan de Protección del Medio Ambiente aplicado:_____

OBSERVACIONES Y COMENTARIOS:



9. Agua en bagazo (último molino)_____
10. Bagazo salido en último molino_____ %
11. Total bagazo producido_____ Ton/día.
12. Contenido calorífico del bagazo_____ BTU/lb con_____ H₂O
13. Energía disponible en bagazo_____ BTU/hr.
14. Eficiencia de calderas _____ %
15. Energía neta disponible_____ BTU/hora
16. Condiciones de Vapor producido_____ psig. a _____ °F
17. h₁ (entalpía) del vapor_____ BTU/lb.
18. h₂ (entalpía) del agua_____ BTU/lb. a _____ °F
19. Potencia de Generación del vapor (100% bagazo)_____ lb/hr.
20. Consumo específico de vapor en ingenio_____ Lbs/ton
21. Vapor necesario para producir azúcar _____ Lbs/Hg.
22. Libras de Vapor/Libras de Bagazo _____
23. Bagazo utilizado por el ingenio _____ Ton/día
24. Total de bagazo producido _____ Ton/día
25. Consumo bagazo en molienda _____ Ton/día
26. Consumo bagazo sin moler _____ Ton/día
Equivalente a _____ %
27. Neto disponible para TG de condensación _____ Ton/día
_____ Ton/Hg.



LISTA DE INSTITUCIONES QUE SE VISITARON Y/O ENCUESTARON

En reunión de coordinación y trabajo, los investigadores del proyecto "**Evaluación del Impacto Energético, Socioeconómico y Financiero del Proceso de Cogeneración Eléctrica en la Industria Azucarera**", definimos el siguiente listado de instituciones a ser visitadas con el fin de pasar la boleta de encuesta y obtener información de prima fuente. Algunas instituciones del listado serán visitadas como parte de la investigación en su calidad de fuentes de información pero no se les aplicará la boleta.

01. Ingenio La Unión
02. Ingenio Pantaleón
03. Ingenio Santa Ana
04. Ingenio Magdalena
05. Ingenio Concepción
06. Ingenio Palo Gordo
07. Ingenio Madre Tierra
08. Ingenio El Baúl
09. Ingenio Santa Teresa
10. Ingenio Guadalupe
11. Ingenio Tierra Buena
12. Ingenio El Pilar
13. Ingenio San Diego
14. Ingenio Tulula
15. Ingenio Los Tarros
16. Ingenio La Sonrisa
17. Ingenio Trinidad
18. ASAZGUA
19. Ministerio de Energía y Minas
20. INDE
21. Empresa Eléctrica de Guatemala
22. Asociación de Cogeneradores
23. ATAGUA
24. Comisión de Energía del Organismo Legislativo



**EQUIPO IMPORTADO PARA UN PROYECTO
DE COGENERACION**

1. CALDERAS

No.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	MONTO(\$)	PROCESO
1	PARTES PARA PANELES ELECTRON.CONTROL DE CALDERA Y TURBOGENERADOR	1,006,205.1	CALDERA 6/ TURBOGENE.26 MW
2	REDUCTORES P/VENTILADORES DE TIRO INDUCIDO CALDERA 6.	15,150.5	CALDERA 6
3	ELEMENTOS SOBRECALENTADOR,CODOS,TUBERIA SIN COSTURA,P/CALDERA.	94,459.3	CALDERA 6
4	CEMENTO REFRACTARIO,ANALIZADOR DE OXIGENO Y CABLE CALDERA 6.	91,237.2	CALDERA 6
5	PLANTA DESMINERALIZADORA P/AGUA DE RELLENO	405,454.1	CALDERA 6
7	SISTEMA DE PODER INTERRUPTOR	15,455.0	CALDERA 6
8	TRASFORMADOR DE 2,400 A 480 v	16,330.8	CALDERA 6
9	TABLERO COMPLETO DESARMADO	385,719.1	CALDERA 6
10	VARIADORES DE VELOCIDAD P/SISTEMA AUTOMATICO DE CONTROL DE COMBUSTION	128,120.8	CALDERA 6
11	VALVULAS Y EQUIPO PARA INSTRUMENTACION DE CALDERA 6 Y TURBOGENERADOR	43,133.5	CALDERA 6
12	MOTORES CON VALVULAS P/SOPLADORES DE HOLLIN	20,341.9	CALDERA 6
13	TOBERAS P/MEDICION DE FLUJO Y FILTROS P/AGUA PARA CALDERA Y TURBOGENERADORES	17,528.0	CALDERA 6
14	MOTORES ELECTRICOS PARA BOMBAS DE ALIMENTACION DE CALDERA	5,032.1	CALDERA 6
15	UNA UNIDAD HIDRAULICA CON SUS EQUIPOS Y ACCES. P/ALIMENTADORES DE BAGAZO	14,141.8	CALDERA 6
16	CABLE DE COBRE P/INSTALACION DE MOTORES	20,978.8	CALDERA 6
17	VALVULAS TURBOGENERADOR Y CALDERA 6	46,261.0	CALDERA 6
18	VALVULAS P/CALDERA 6 Y TURBOGENERADOR 26 MW	21,819.6	CALDERA 6/
19	ANCLAS DE METAL FUNDIDO PARA FIJAR LADRILLO Y CEMENTO REFRACTARIO A LAS PAREDES DE CALDERAS	11,695.6	CALDERA 2
20	345 PIES DE BANDA DE HULE	3,864.3	CALDERA 6
21	VALVULAS	5,726.2	CALDERA 1
22	POLEAS P/CONDUCTOR DE BAGAZO, TRAMPAS Y VALVULAS PARA CALDERAS	23,437.8	CALDERA 6
23	OPERADORES DE DAMPER Y TRANSDUCTORES ELECTRONEUMATICOS	7,272.0	CALDERA 2
24	REDUCTORES DE VELOCIDAD	30,549.7	CALDERA 4 REAC.
25	ANGULARES,CANALES,VIGAS Y LAMINA P/CALDERA	23,517.8	CALDERA 2
26	TUBOS PARA CALDERAS	23,339.0	CALDERA 2
27	CHUMACERA,CARCAZA,JUEGOS DE SELLOS, ARO SELLADOR P/VENTILADOR DE TIRO INDUCIDO DE CALD.	8,785.8	CALDERA 4 REAC.
28	3 VALVULAS DE CONTROL TIPO MARIPOSA FISHER C.	12,296.8	CALDERA 1
29	UNIDAD HIDRAULICA P/ALIMENTADORES DE BAGAZO	19,500.0	CALDERA 2
30	LAMINAS PARA PISO DE CALDERA	7,500.0	CALDERA 2
31	TUBERIA DE +/-4.5" SIN COSTURA NORMA ASTHA10613	10,495.1	CALDERA 2



1. CALDERAS

NO.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	MONTO(\$)	PROCESO
32	TUBERIA P/CALDERA Y ECONOMIZADOR DE CALDERA	62,312.4	CALDERA 2
33	MATERIAL AISLANTE PARA CALDERAS	19,164.2	CALDERA 2
34	TUBOS PARA CALENTADOR DE AIRE DE CALDERA 2	26,006.4	CALDERA 2
35	EQUIPO Y MATERIALES P/CUBRIR TUBERIA DE TURBO.	5,897.7	CALDERAS 1 Y 2
36	TRANSFORMADOR DE POTENCIA 1000 KVA,13.8 KV	25,530.0	CALDERAS 1 Y 2
37	EQUIPO PARA INSTRUMENTACION DE CALDERA	13,215.0	CALDERA 2
38	EQUIPO PARA INSTRUMENTACION DE CALDERA	9,655.2	CALDERA 2
39	MOTORES ELECTRI.PARA VENTILADORES DE CALDERA	46,859.0	CALDERA 2
40	ESPECIADORES,TUBOS DE CALDERAS, VUELTAS PARA SOBRECALENTADOR DE CALDERA	46,859.0	CALDERA 2
41	ELEMENTOS DEL SUPERHEATER	16,900.0	CALDERA REAC.
42	TUBERIA PARA CALDERA	6,601.8	CALDERA 2
43	TUBERIA PARA CALDERA	906.2	CALDERA 2
44	8 PLANCHAS DE ACERO FIRMEX ORIGINAL DE 3/16"X	4,723.8	CALDERA 2
45	CEMENTO REFRACTARIO PARA CALDERA	34,018.9	CALDERA 2
46	EJES PARA VENTILADOR DE CALDERA	10,033.2	CALDERA 2
47	EQUIPO PARA INSTRUMENTACION PARA CALDERAS Y OPERADORAS DE DAMPER	23,588.0	CALDERA 2
48	VIGAS Y COLUMNAS P/CALDERA Y EDIFICIOS DE COGENER.	79,107.6	CALDERA 6
49	INSTRUMENTOS PARA CALDERA	6,631.0	CALDERA REAC.
50	LAMINAS EXPANDIDAS PARA PARRILLAS DE CALDERA	17,640.0	CALDERA 6
51	CHUMACERAS P/VENTILADORES DE CALDERAS,VALVULAS,CHEQUES,TRAMPAS Y FLANGES P/PURGAS DE FONDO,PURGA CONTINUA,NIVELES Y PRODUCTOS, LINEA DE ALIMENTACION DE AGUA Y VAPOR DIRECTO DE CAL.	10,739.0	CALDERA 2
52	ELEMENTOS SOPLADORES DE HOLLIN CON SU ACCIONAMIENTO PARA CALDERA.	21,556.0	CALDERA 2
53	VALVULAS, TRAMPAS Y FLANGES PARA CALDERA	16,211.3	CALDERA 2
54	TUBERIA Y COMPLEMENTOS DE TUB.PARA LINEA DE	124,228.0	CALDERA 2
55	TUBERIA PARA CALDERA 6	117,207.7	CALDERA 6
56	VIGAS Y COLUMNAS PARA CALDERA	23,517.8	CALDERA 2
57	DOS OPERADORES DE DAMPER NEUMATICOS	21,216.0	CALDERA 2
58	RACHEM CAT. HVIS-10,HVBT-1R,HVBT-2R	15,819.5	CALDERA 2
59	63 ELEMENTOS DE 2 1/2"D.E.x180mw P/CALENTADOR SECUNDARIO.	173,437.0	CALDERA 2
60	6 CAJAS CON 3 MOTORES TRIFASICOS, 1 DE 500HP Y 2 DE 1250 HP.	203,880.0	CALDERA 2
61	CEMENTO REFRACTARIO Y ANCLAS P/CALDERA 6	88,441.6	CALDERA 6
62	FIBRA AISLANTE PARA CALDERA 6	33,156.7	CALDERA 6
63	UN MOTOR DE 80 HP Y UNO DE 1250 HP PARA CONDUCTORES	62,950.6	CALDERA 6
64	TRANSMISORES DE NIVEL DEL TANQUE ALIMENTADOR	10,947.3	CALDERA 1
65	ACERO ESTRUCTURAL (VIGAS ANGULARES Y CANALES PARA CALDERAS)	32,683.7	CALDERA 1
66	MATERIAL AISLANTE PARA CALDERA	17,742.3	CALDERA 1
67	OPERADORES DE DAMPER MARCA WESTINGHOUSE	5,886.0	CALDERA 1
68	MOTORES ELECTRICOS	23,152.8	CALDERA 1
69	ANCLAS DE HIERRO FUNDIDO	5,336.2	CALDERA 1
TOTAL		3,999,107.3	



2. TURBOGENERADORES

No.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	MONTO(\$)	PROCESO
1	VALVULAS P/LINEA DE VAPOR DIRECTO, EXTRAC. Y ESCAPE TURBOGENERADOR.	19,095.3	TURBOGE. 7.5
2	BANCO DE BATERIAS Y CARGADOR PARA TURBOG. 26 MW	19,986.3	TURBOGENE.26 MW
3	UNA TORRE DE ENFRIAMIENTO DESARMADA	1,023,006.8	TURBOGEN. 26 MW
4	CALIBRADOR DE RELAYS P/TABLEROS ELECTRICOS DE PLANTA COGENERADORAS.	17,282.2	TURBOGENERADORES
5	EMPAQUE PARA EJE DE TURBINA	27,526.5	TURBOGEN. 26 MW
6	MATERIALES ELECTRICOS	27,130.6	TURBOGEN. 26 MW
7	INSTRUM.PARA PROTECCION Y CONTROL,EQUIPOS	32,961.1	TURBOGE. 26 MW
8	PARTES Y ACCESOR.PLANTA GENERADORAS D/ENERG.	189,648.5	TURBOGE.26 MW
9	PARTES Y ACCESOR.PLANTA GENERADORAS D/ENERG.	90,700.0	TURBOGE.26 MW
10	PARTES Y ACCESOR.PLANTA GENERADORAS D/ENERG.	126,500.0	TURBOGE.26 MW
11	UNA GRUA VIAJERA PARA SALA DE MAQUINAS DE COGENE.	20,000.0	TURBOGENERADORES
12	MOTORES P/ACCIONAMIENTO DE INTERRUPTOR EN PANEL DE CONTROL Y ACCESORIOS PAR EXCITATRIZ	5,820.0	TURBOGE. 7.5 MW
13	PARTES Y ACCESORIOS PLANTA GENERADORA	903,754.0	TURBOGE. 26 MW
14	ESTATOR DE GENERADOR DE CORRIENTE Y CONDEN. DEL TURBO.26 MW	1,203,628.1	TURBOGE. 26 MW
15	VALVULAS Y JUNTAS DE EXPANSION P/LINEA DE INTERCONEXION VAPOR DIRECTAO Y EXTRACCION DE TURBOGENERADOR DE 7.5 MW	14,503.8	TURBOGE. 7.5 MW
16	TRAMPAS P/LINEA DE VAPOR DIRECTO, LINEA DE EXTRACCION Y ESCAPE DEL TURBOGENERADOR.EQUIPO PARA DOBLAR TUBO.	111,270.0	TURBOGE. 7.5 MW
17	EQUIPO Y MATERIALES PARA CUBRIR TUBERIA DE TURCOGENERADORES	5,897.7	TURBOGE. 7.5 MW
18	BOMBAS DE CORRIENTE DIRECTA PARA LUBRICACION AUXILIAR DE TURBOGENERADORES	14,764.9	TURBOGENERADORES
19	UN ROTOR PARA TURBOGENERADOR	991,550.3	TURBOGE. 26 MW
20	INSTRUMENTOS P/PROTECCION Y CONTROL,EQUIPOS ELECTRICOS DE MEDICION Y CONTROL DE TURBOGENE.	32,961.1	TURBOGENS. 7.5 Y 26 MW
21	BANCO DE BATERIAS PARA TURBOGENERADORES	18,819.0	TURBOGE. 7.5 MW
22	REPUESTOS PARA TURBOGENERADOR PARA SUSTITUIR CABLES DE PUENTE Y CASA DE MAQUINAS	18,004.4	TURBOGE. 26 MW
23	PARTES DE TURBOGENERADOR G.E. DE 10 KVA Y ESTATOR DEL GENERADOR DEL TURBOG.DE 10 MW	224,553.9	TURBOGE.10 MW
24	UN ROTOR DEL GENERADOR G.E. DE 10 MW	211,348.2	TURBOGE.10 MW
25	REPUESTOS P/TURBOGENERADORES DE 5 Y 7.5 MW	70,081.0	TURBOGE. 7.5 MW
26	VIGAS P/TRANSFORMADORES,SUBEST.DE 69 KV,PISO DE NIVEL 10 EN LA SALA DE MAQUINAS,LAMINAS PARA TUBERIA DE AGUA DE ENFRIAMIENTO DEL TURBOGE. 26 MW Y CHUMACERA DE CALDERA.	11,298.4	TURBOGE. 26 MW
27	REPUESTOS Y EQUIPO AUXILIAR P/TURBOGE.26 MW	132,503.7	TURBOGE. 26 MW
28	SELLOS DE VALVULAS	27,661.0	TURBOGE. 7.5 MW
29	DISCO DE ASIENTO Y COJINETES DE EMPUJE PARA TURBOGENERADOR DE 5.0 MW	15,551.2	TURBOGE. 7.5 MW
30	BOBINA PARA GENERADOR ELECTRICO	10,620.8	TURBOGE. 26 MW
31	INSTRUMENTACION PARA TURBOGENE. DE 26 MW	36,544.0	TURBOGE. 26 MW
32	MATERIALES Y EQUIPO PARA TURBOGE.26 MW, TABLETOS DE 13.8 KV, PROTECCION DE TRANSFORMADORES POTENCIALES DE MEDICION	34,648.9	TURBOGE. 26 MW
T O T A L		5,689,621.9	



3. SUBESTACIÓN ELECTRICA

NO.	DESCRIPCION DEL EQUIPO	MONTO(\$)	PROCESO
1	TRANSFORMADOR WESTINGHOUSE DE 2000 A 2500 KVA	22,614.3	SUBEST.ELECTRI.
2	TABLERO PARA TURBO 26,TORRE ENFRIAMIENTO Y CALDERA 6	394,052.0	SUBEST.ELECTRI.
3	CABLE ELECTRICO P/INSTALACION DE SISTEMA DEL TURBO DE 26 MW, CALDERAS Y TORRE ENFRIAMIENTO	43,252.1	SUBEST.ELECTRI.
4	TRANSFORMADOR DE 26 MW	568,900.6	SUBEST.ELECTRI.
5	TRANSFORMADOR DE POTENCIA P/SUBESTACION ELECTR. DE 7.5 MVA 13800/2400 V	60,046.0	SUBEST.ELECTRI.
6	PANEL DE CONTROL Y MEDIC.P/DISYUNTOR PRINCIPAL DE SALIDA 69 KV,PANEL DE CONTROL BARRA,PANEL P/CONTROL Y MEDICION DE TRANSFOR.	139,441.0	SUBEST.ELECTRI.
7	TERMINALES UNIVERSALES P/ALUMINIO,CONECTORES DE P/CABLE DE ALUMINIO,CONECT. P/ALUMINIO Y COBRE CONECT.T DE ALUMINIO,GRAPAS PARALELAS DE COBRE GRAPAS DE SOPORTE DE BARRAS.	4,677.4	SUBEST.ELECTRI.
8	COLUMNAS DE ACENTRO DE CONTROL DE MOTORES	26,514.8	SUBEST.ELECTRI.
9	UN PANEL USADO	72,164.2	SUBEST.ELECTRI.
10	AISLADORES,PARARRAYOS 15.3MCOV Y 2.55 MCOV, PIEZAS DE BARRA DE COBRE 1/4"X4"X12" Y MAT.ELEC.	24,450.0	SUBEST.ELECTRI.
11	TRANSFORMADOR ELECTRICOS Y ACCESORIOS	167,584.1	SUBEST.ELECTRI.
12	4 INTERRUP.USADOS,600 AMP GE,3 TANQUES 69KV	45,525.0	SUBEST.ELECTRIC.
13	TRANSFORMADOR P/INTERPERIE DE ACEITE REBOBINADO DO DE 12000 KVA	85,601.9	SUBEST.ELECTRIC.
14	CABLE PARA INTERCONEXION SUBESTACION ELECTRICA	4,690.4	SUBEST.ELECTRIC.
15	CABLE PARA CONEXIONES VARIAS	24,915.0	SUBEST.ELECTRI.
16	EQUIPO DE MEDICION Y MONITOREO DE POTENCIA	34,919.1	SUBEST.ELECTRI.
17	TABLERO DE CONTROL PARA ENTRADA A LINEA DE TRANSMISION	14,387.4	SUBEST.ELECTRI.
70	SISTEMA DE ILUMINACION	11,028.8	TODA LA PLANTA
		1,744,764.0	
TOTAL		11,433,493.2	

**INDICADORES DE PRODUCCIÓN
ZAFRA 1996-97 / 1997-98**

<i>INDICADORES DE PRODUCCION</i>	<i>1996-1997</i>	<i>1997-1998</i>
PRODUCCIÓN (TM)	1,495,901	1,724,404
AREA CULTIVADA ESTIMADA (Ha.)	168,000	180,000
RENDIMIENTO PROMEDIO POR HECTAREA (T. Cortas)	87	97
CAPACIDAD DIARIA DE MOLIENDA (T. Cortas)	112,000	130,386
RENDIMIENTO PROMEDIO POR TONELADA CORTA (Libras)	205	203

Fuente: Asociación de Azucareros de Guatemala.

EVOLUCION DE LA AGROINDUSTRIA AZUCARERA

84-85 / 97.98

ZAFRA	AREA COSECHADA (Miles de Ha.)	CAÑA MOLIDA (Miles de TM)	RENDIMIENTO Caña (TC/h)	Azúcar (Millones qq)	Azúcar (Lbs/TC)
84-85	84.0	5,492.0	65.4	12.0	197.0
89-90	120.0	8,712.0	72.6	18.2	190.0
94-95	150.0	12,737.0	84.9	28.1	200.0
96-97	167.7	14,617.0	87.2	33.0	205.0
97-98	180.0	17,416.0	106.0	39.0	203.0

ZAFRA 1997-98

PAIS	INGENIOS OPERANDO	PRODUCCIÓN qq	%	CONSUMO INT. qq	%	EXPORTACIÓN qq	%
PANAMA	4	3,850,937	5%	2,200,000	7%	1,230,700	3%
COSTA RICA	17	7,717,391	10%	4,211,957	14%	3,260,870	8%
NICARAGUA	7	7,808,201	11%	3,900,000	13%	3,908,201	9%
HONDURAS	10	5,712,369	8%	4,950,000	17%	586,880	1%
EL SALVADOR	8	10,250,000	14%	4,750,000	16%	5,500,000	13%
GUATEMALA	17	38,951,246	52%	9,464,000	32%	28,936,000	67%
TOTALES	63	74,290,144	100%	29,475,957	100%	43,422,651	100%

Fuente: AZASGUA

**PRINCIPALES PAISES PRODUCTORES
DE AMERICA LATINA**

1990/91 - 1997/98 EN 1,000 TMVC

No.	PAISES	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98
Orden									
1	Brasil	7,932	9,300	9,979	10,112	12,598	13,661	15,269	15,400
2	México	3,943	3,577	4,431	4,010	4,650	4,685	4,822	5,100
3	Cuba	7,729	7,104	4,365	4,024	3,419	4,530	4,250	3,650
4	Colombia	1,633	1,813	1,834	1,964	2,069	2,149	2,128	2,125
5	Guatemala	1,011	1,118	1,104	1,238	1,345	1,256	1,495	1,650
6	Argentina	1,351	1,560	1,379	1,093	1,202	1,612	1,550	1,600
7	Perú	585	453	415	566	649	608	710	700
	Rep. Dominicana	592	564	633	628	583	612	727	650

Fuente: AZASGUA

**PRINCIPALES PAISES EXPORTADORES
DE AMERICA LATINA**

1990/91 - 1997/98 EN 1,000 TMVC

No.	PAISES	90-91	91-92	92-93	93-94	94-95	95-96	96-97	97-98
Orden									
1	Brasil	1,408	1,771	2,575	2,861	4,300	5,500	5,995	6,245
2	Cuba	5,596	6,103	3,649	3,300	2,600	3,800	3,597	3,000
3	Guatemala	818	714	692	735	901	883	1,080	1,240
4	Colombia	290	389	479	568	741	782	808	925
5	México	128	154	100	-	235	500	587	675
6	Rep. Dominicana	359	352	319	346	295	312	305	290
7	Guyana	120	221	219	239	227	264	240	240
	El Salvador	45	127	172	112	118	105	180	185

Fuente: AZASGUA