

# **OPORTUNIDADES de PROYECTOS MDL en CUBA**

**Ciudad de La Habana  
CUBA  
Marzo 2003**



*Cuba*

## **Prólogo**

El cambio climático se ha convertido en uno de los problemas ambientales de carácter global que mayores preocupaciones genera hoy en la comunidad internacional. En este contexto, el Gobierno de Cuba ha dedicado especial atención a este tema tanto desde el punto de vista de la mitigación como de la adaptación a sus efectos adversos. Nuestra condición de archipiélago nos hace en particular vulnerables a este fenómeno.

Cuba es Parte de la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático desde el 5 de enero de 1994 y ratificó el Protocolo de Kyoto el 30 de abril de 2002.

Como país, Cuba ha mantenido un estricto cumplimiento de todas sus obligaciones ante la Convención, a partir de una efectiva instrumentación nacional de las acciones requeridas para su mitigación. Destaca en ello, la presentación de nuestra primera Comunicación Nacional a la Convención así como la culminación de nuestros Inventarios Nacionales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) con bases de referencia en los años 1990, 1994 y 1996, este último ya culminado y que en breve ya se hará oficial.

El nivel de desarrollo técnico alcanzado por nuestro país en la atención a este tema nos ha permitido no sólo consolidar nuestro trabajo nacional, sino además, prestar asesoría científica y técnica a diferentes países de la Región.

El Mecanismo para un Desarrollo Limpio (MDL) contemplado en el Protocolo de Kyoto, tiene como objetivo último el ayudar a los países desarrollados a cumplir parte de sus compromisos de reducción de emisiones de GEI, mediante la compra de Certificados de Reducción de Emisiones (CREs), generados por el desarrollo de proyectos con potencial de reducir GEI en países en desarrollo, así como también contribuir al desarrollo sostenible del país huésped del proyecto.

En su posición internacional, Cuba siempre ha defendido que la real mitigación del cambio climático pasa por las acciones que acometa el mundo desarrollado, máximo emisor, en sus propios territorios.

Sin embargo, nuestro país reconoce el importante papel que en esta dirección puede jugar el MDL, como alternativa costo-efectiva para que los países desarrollados cumplan parte de sus compromisos de reducción y sobre todo, por lo que el mismo puede representar en términos de transferencia de tecnologías y de recursos financieros adicionales a los países en desarrollo.

Como posición, Cuba hoy está abierta a la recepción y evaluación de las propuestas que se le presenten bajo el marco del MDL a fin de asistir a los países desarrollados con el

cumplimiento de sus compromisos de reducción de emisiones y contribuir al desarrollo sostenible de nuestra economía.

Nuestras prioridades en este sentido se centran en el tema energético, tanto en lo relativo al aumento de la eficiencia como al desarrollo y aplicación de fuentes renovables de energía. Lo anterior no descarta la importancia que también concedemos a la gestión de desechos sólidos y al desarrollo forestal, temas que clasifican también entre nuestras prioridades ambientales nacionales.

En la actualidad, nuestro esfuerzo está básicamente focalizado en el establecimiento de nuestras capacidades institucionales y funcionales, con vistas a lograr un tratamiento viable y ágil a la evaluación y seguimiento de los proyectos MDL. Así mismo hemos trabajado arduamente en la identificación y desarrollo de proyectos con potencial para el MDL en los diferentes sectores de nuestra economía. Ello, unido a la confianza que siempre ha generado nuestro país para la inversión extranjera será un factor de estímulo para el desarrollo de proyectos MDL en Cuba.

La Autoridad Nacional Designada (AND) de CUBA para el MDL es el Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA). La Ministra ha delegado sus funciones operativas y de gestión como AND en la Dirección de Medio Ambiente (DMA) del propio Ministerio.

La DMA coordinará estas funciones sobre la base del “Reglamento para la Evaluación y Seguimiento de Proyectos MDL “ recién aprobado. De igual forma, en breve se aprobará una “ Guía al Inversionista”, resumen de los aspectos esenciales que debe conocer cualquier interesado en invertir en Cuba bajo el esquema del MDL.

Lic. Orlando Rey Santos  
Director de Medio Ambiente  
Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente  
Cuba



## Indice

1. INTRODUCCIÓN	1
2. MARCO INSTITUCIONAL PARA EL DESARROLLO DEL MDL EN CUBA	2
3. PERFILES DE PROYECTOS MDL	2
- Resumen de perfiles de proyectos MDL	4
- Proyecto de desarrollo energético sostenible en el sector de la agroindustria azucarera	5
- Proyecto de desarrollo integral de fuentes de energía renovable en la Isla de la Juventud	11
- Instalación de generadores hidroeléctricos en los embalses para fines de riego en Cuba	15
- Reducciones de pérdidas de distribución eléctricas en la ciudad de Santa Clara	19
- Proyecto para el desarrollo de un parque eólico en Cayo Coco	23
- Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria cervecera	27
- Desarrollo e infraestructura de una flota de vehículos que funcionen con gas natural o metano	31
- Instalación de molinos a viento para el suministro agua potable al ganado	35
- Proyecto para la sustitución de refrigeradores domésticos de baja eficiencia energética	39
- Proyecto para la elevación de la eficiencia energética de iluminación en el sector residencial	43
- Desarrollo de una locomotora de vapor y la utilización de biomasa como combustible	45



## **1. Introducción**

Esta carpeta de proyectos MDL en Cuba fue elaborada con el propósito de permitir a los diferentes actores económicos, tecnológicos y financieros internacionales tomar decisiones sobre su interés en participar en el desarrollo y la implementación de proyectos MDL. Los perfiles de proyectos aquí presentados representan ejemplos de oportunidades en diferentes etapas de evaluación de su factibilidad técnica y económica, que se enmarcan dentro de las prioridades ambientales y de desarrollo económico de Cuba en diferentes sectores de la economía.

En la elaboración de estos perfiles se procuró mantener un formato de presentación tipo a fin de facilitar la evaluación inicial de los referidos proyectos. El formato utilizado incluye:

- Descripción del Proyecto y situación actual
- Unidad ejecutora y marco institucional
- Prioridad
- Características de la inversión
- Potenciales fuentes de financiamiento
- Otros emprendimientos.
- Parámetros económicos.
- Próxima etapa y monto a financiar.
- Contactos.

La estimación del potencial de reducción de GEI, elemento decisivo para la elegibilidad de los proyectos, se incluye dentro de la Sección de Parámetros Económicos conjuntamente con el resultado de los análisis de rentabilidad base y el impacto de la comercialización de los CREs generados por éstos.

Para la preparación de esta carpeta se contó con el apoyo de un grupo de organismos nacionales liderados por el Ministerio de Ciencia y Tecnología (CITMA) y el Ministerio para la Inversión Extranjera y la Cooperación Económica (MINVEC), así como con el apoyo del Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y la oficina Canadiense del Mecanismo de Desarrollo Limpio e Implementación Conjunta.

## **2. Marco institucional para la aplicación del MDL en Cuba**

En cumplimiento de su compromiso de desarrollar un mecanismo ágil y eficiente para la implementación de proyectos MDL, Cuba ha constituido en Febrero de 2003 de manera oficial el **Grupo Nacional para la Implementación del MDL** integrado por:

- Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA)
- Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC)
- Ministerio de Relaciones Exteriores (MINREX)
- Ministerio de Economía y Planificación (MEP)
- Ministerio de Finanzas y Precios (MFP)

El Grupo Nacional, bajo la coordinación del CITMA, desempeñará las funciones de Oficina MDL y tendrá la alta responsabilidad de la evaluación y dictamen de cada propuesta de inversión relacionada con MDL así como el dictado de la política nacional de implementación del MDL.

A la fecha ya se ha aprobado el “Reglamento para la Evaluación y Seguimiento de Proyectos MDL “. De igual forma, en breve se aprobará una “ Guía al Inversionista”, resumen de los aspectos esenciales que debe conocer cualquier interesado en invertir en Cuba bajo el esquema del MDL.

## **3. Perfiles de proyectos MDL**

## RESUMEN DE PERFILES DE PROYECTOS MDL EN CUBA

OPORTUNIDAD	TIPO DE PROYECTO	MINISTERIO UNIDAD EJECUTORA	INVERSIÓN ESTIMADA (MUSD)	INGRESOS ANUALES ESTIMADOS (MUSD)	POTENCIAL REDUCCIÓN GEI (TCO2 e / año)	TASA INTERNA DE RETORNO (%)	
						s/CREs	c/CREs
Desarrollo energético sostenible en el sector azucarero Sub-programa cogeneración de electricidad con biomasa – 9 proyectos independientes 77MW	Incremento de la capacidad instalada en los centrales azucareros con ( equipamiento nuevo)	MINAZ	69,000	n.a.	502,000	20 a 23	n.a.
Desarrollo energético sostenible en el sector azucarero Sub-programa de cogeneración de electricidad con biomasa 7proyectos independientes – 21 MW	Idem con equipamiento de 2da mano	MINAZ	6,200	n.a.	125,300	>50%	n.a.
Desarrollo energético sostenible en el sector azucarero Sub-programa de COGENERACIÓN de ELECTRICIDAD con biomasa (94 MW en 3 proyectos independientes)	. Centrales eléctricas de Biomasa Cañera anexas a los centrales azucareros operando todo el año	MINAZ	94,000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Desarrollo energético sostenible en el sector azucarero Subprograma de producción de biogas	Producción de biogas	MINAZ	53,712	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Desarrollo energético sostenible en el sector azucarero Subprograma para la producción de alcohol para mezclar con diesel	Combustible alternativo para el transporte	MINAZ	7,000	n.a.	n.a.	n.a.	n.a.
Proyecto integral Isla de la Juventud	Producción de biomasa	CITMA	1,774	637	n.a.	22.8	-
Proyecto Integral Isla de la Juventud	Producción de Gas a partir de biomasa	CITMA	6,459	1,624	7,400	21.8	22.9

## RESUMEN DE PERFILES DE PROYECTOS MDL EN CUBA

OPORTUNIDAD	TIPO DE PROYECTO	MINISTERIO UNIDAD EJECUTORA	INVERSIÓN ESTIMADA (MUSD)	INGRESOS ANUALES ESTIMADOS (MUSD)	POTENCIAL REDUCCIÓN GEI (TCO2 e / año)	TASA INTERNA DE RETORNO (%)	
						s/CREs	c/CREs
Proyecto Integral Isla de la Juventud	Producción de electricidad a partir de biomasa forestal	CITMA	3,465	2,520	16,200	22.4	23.1
Proyecto Integral Isla de la Juventud	Generación eólica	CITMA	3,875	518	2,600	18.3	18.7
Instalación de generadores hidroeléctricos en embalses para riego	Generación hidroeléctrica	INRH	10.000	1.580	91.980	18.6	20.9
Reducción de pérdidas de distribución eléctricas en la ciudad de Santa Clara	Eficiencia Energética	MINBAS UNE	1,200	173	2,588	10.6	11.3
Desarrollo de un parque eólico de 3.5MW en Cayo Coco	Parque de generación eólica	MIC	4,500	850	9,967	17.1	17.9
Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria cervecera	Eficiencia energética	MINAL	1,000	560	13,113	44.9	47.0
Desarrollo e infraestructura de una flota de vehículos que funcionen con gas natural o metano (TRANS ECO)	GNC para el transporte	MITRANS	520	845	6,000	25.4	30.5
Instalación de molinos a viento para el suministro de agua potable para el ganado	Eliminación de uso de combustible fósil	MINAGRI	1,950	1,802	13,875	92.4	94.5
Proyecto para la sustitución de refrigeradores domésticos de baja eficiencia energética	Eficiencia energética	MINBAS	10,000 p.a.	2,400	29,000	24.2	26.9
Proyecto para la elevación de la eficiencia energética de iluminación en el sector residencial	Eficiencia energética	MINBAS	3,400 p.a.	6,433	101,000	46.3	50.6
Desarrollo de una locomotora de vapor y la utilización de biomasa como combustible	Prototipo de locomotora a biomasa	MITRANS	450,000	189	150	33.3	33.4

<b>PROYECTO</b>	<b>Programa de desarrollo energético sostenible en el sector de la agroindustria azucarera de Cuba</b>
<b>MINAZ</b>	

■ DESCRIPCIÓN DEL PROGRAMA Y SITUACIÓN ACTUAL

En Cuba la agroindustria azucarera inició sus operaciones a principios del siglo XVI y hasta mediados de la década de los años 90 constituyó la principal fuente de ingresos del país. Los niveles máximos de producción azucarera se alcanzaron en la década de los años 80, donde promedio una producción de 7 millones anuales de toneladas de azúcar lo cual representó el 7.3% de la producción mundial. Esos niveles de producción significaron unos 19 millones de toneladas de biomasa que se consumieron prácticamente como combustible para la satisfacción de la demanda de calor y parte de la electricidad del proceso de producción de azúcar.

Para esa producción de azúcar se contaba con 155 centrales azucareros y con áreas de cultivo, para a producción de la caña requerida, de unos 1.7 millones de Ha.

A raíz de la baja en el precio internacional del azúcar y su inestabilidad junto a la caída de la producción debido principalmente a restricciones serias en el flujo de materias primas y combustibles hacia la isla, Cuba decidió iniciar un programa de ajuste sectorial para reducir costos y diversificar la capacidad productiva y lograr así una mayor eficiencia económica.

.Por consiguiente recientemente se tomó la decisión de clausurar alrededor de 70 centrales azucareros, dejando 85 en explotación para producir azúcar y mieles, manteniendo a su vez, la producción de azúcar en aproximadamente 4.0 millones de toneladas al año.

Respecto al uso de la tierra, un área suficiente continuará dedicada a la producción de caña de azúcar para garantizar los niveles previstos de producción de azúcar y miel. El resto del área que anteriormente estaba sembrada de caña de azúcar será utilizada para el cultivo de caña energética, otros cultivos y vegetales, para la cría de ganado vacuno, ovino y porcino y para aforestación comercial y recreativa.

El programa abarca tres subprogramas principales:

- a. Cogeneración de electricidad
- b. Biogas
- c. Alcohol para mezcla con diesel para transporte automotor

■ SUB-PROGRAMA DE COGENERACIÓN DE ELECTRICIDAD CON BIOMASA

El programa de desarrollo energético sostenible del MINAZ cuenta con dos tipos de proyectos para negociar en el marco del MDL:

**A. Incremento de la capacidad instalada en los centrales azucareros con instalaciones adicionales de turbos condensantes operando todo el año (TC).**

Esta modalidad de proyecto que significan en total, en el 2008, una entrega de energía a la red de 578 GWh anuales, tecnológicamente se componen principalmente por:

- Modificaciones en el central azucarero para disminuir el consumo de vapor en la producción de azúcar de forma tal que deje disponible capacidad de generación de vapor para alimentar a un turbogenerador condensante que se adiciona; e incremento de la eficiencia en la generación de vapor a niveles de 85% para lograr disponer de bagazo de la caña de azúcar para ser utilizado como combustible en la generación de vapor requerido por el turbo condensante;
- Recolección y preparación de la paja disponible en los centros de beneficio de la caña cosechada, para ser utilizado también como combustible en la generación de vapor;
- Almacenamiento de la biomasa (bagazo y paja) requerido para ser consumida en época fuera de zafra; e
- Instalación de un turbogenerador de

condensación con su sistema de refrigeración de agua y otros auxiliares.

Por el origen del suministro del turbogenerador se agrupan en dos tipos: turbogeneradores de 2da Mano disponibles localmente y turbogeneradores importados.

**B. Centrales eléctricas de Biomasa  
Cañera anexas a los centrales  
azucareros operando todo el año  
(CTB)**

En esta modalidad, aunque están en estudios varios proyectos, dado el avance de sus estudios se proponen, en el período, tres proyectos, Héctor Molina, Rabi y el Melanio Hernández. El primero localizado en la Provincia de la Habana, el segundo en Matanzas y el tercero en Sancti Spiritu, en la región occidental y central de la isla respectivamente.

Los tres proyectos representan un suministro anual neto de energía a la red nacional del orden de los 400 GWh.

**■ SUB-PROGRAMA DE  
BIOGAS**

---

Este sub-programa está constituido por instalaciones de tratamiento de los residuales de las plantas de producción de alcohol existentes en el sector.

Esos residuales que tienen una alta carga contaminante (60 kg/m<sup>3</sup> de DQO), son descargados al medio ambiente sin tratamiento previo, siendo posible disminuir en un 70% esa carga, mediante su tratamiento anaeróbico para la producción de biogás.

El biogás es aprovechado, según el caso: como combustible industrial; doméstico; generación de calor y electricidad; y como combustible automotor u oxicorte.

Actualmente existen en producción 11 plantas de producción de alcohol en el sector y en una de ellas las instalaciones para producir biogás se encuentran en fase de puesta en marcha.

Los proyectos que se proponen implementar hasta el 2008, abarcan las instalaciones para la producción de biogás y su purificación para obtener “gas metano” para su uso como sustituto de combustible automotor (gasolina y diesel) y acetileno en oxicorte, según las necesidades locales de cada proyecto.

**■ SUB-PROGRAMA DE  
PRODUCCIÓN DE ALCOHOL  
PARA MEZCLAR CON  
DIESEL**

---

La mezcla de alcohol con gasolina y diesel para ser usado como combustible automotor es ampliamente conocido internacionalmente, siendo Brasil el primer exponente de esa iniciativa.

Sin embargo en Cuba, esa iniciativa que fue practicada en época de la 2da Guerra Mundial, fue desplazada posteriormente y en la actualidad no está vigente.

En el sector de la agroindustria azucarera, dada los resultados económicos que representan en

sus resultados productivos, se ha tomado la decisión de dedicar una parte de su potencial de producción de alcohol para sustituir parte del combustible diesel y gasolina que se consume en su actividad de transportación.

**■ UNIDAD EJECUTORA Y  
MARCO INSTITUCIONAL**

---

El marco institucional en que se desarrollan estos proyectos está constituido por la unidad ejecutora de los proyectos que son los centrales azucareros vinculados pertenecientes al Ministerio de la Industria Azucarera (MINAZ) que es el organismo de la administración central del Estado Cubano rectora de toda la actividad agrícola e industrial del sector azucarero.

Complementan el marco institucional el Ministerio de Ciencia, Tecnología y medio Ambiente y el Ministerio para la Colaboración Económica y la Inversión Extranjera organismos ambos de la administración central del estado que son rectoras respectivas de la Protección del Medio Ambiente y de la Colaboración Económica y la Inversión Internacional. Así como el Ministerio de Economía y Planificación que es rectora de la actividad energética en el país.

**■ PRIORIDAD**

---

La prioridad de estos proyectos queda evidenciada en la política del gobierno de Cuba plasmada

en el Programa de Desarrollo de las Fuentes Nacionales de Energía en la cual se traza con carácter prioritario el desarrollo de la energía renovable basado fundamentalmente en la biomasa de la caña azucarera.

■ **PARÁMETROS ECONOMICOS**

*A.1 Proyectos Turbogeneradores importados*

Proyecto	Capacidad MW	Energía a la Red GWh/a	Biomasa Consumida 000T/a	CO <sub>2</sub> Mitigado Miles t/a
30 Noviembre	9	48.6	120	42.0
Mario Muñoz	9	48.6	120	42.0
Batalla de las Guásimas	9	48.6	120	42.0
Majibacoa	9	48.6	120	42.0
Grito de Yara	9	48.6	120	42.0
Colombia	8	37.8	81.6	32.7
Brasil	8	43.2	92	37.4
Panamá	12	64.8	145	56.0
Agramonte	8	40.5	88	35.0
<b>Total</b>		<b>429.3</b>	<b>100.6</b>	<b>502</b>

*A2. Proyecto Turbogeneradores condensantes de 2da Mano, disponibles*

*localmente, principales características indicativas*

Proyecto	Costo Inv Miles US\$	TIR %
30 Noviembre	7800	23.0
Mario Muñoz	7800	23.0
Batalla de las Guásimas	7800	23.0
Majibacoa	7800	23.0
Grito de Yara	7800	23.0
Colombia	6000	20.0
Brasil	7000	20.0
Panamá	10500	20.0
Agramonte	6500	20.0
<b>Total</b>	<b>69000</b>	

Proyecto	Capacidad MW	Energía a la Red GWh/a	Biomasa Consumida T/a	CO <sub>2</sub> Mitigado Miles t/a
Argentina	5	24	62000	20.1
Manuel Sanguily	3	14.4	37000	12.4
Cuba Libre	5	24.0	62000	20.1
FNTA	5	24.0	62000	20.1
Julio A. Mella	5	24.0	62000	20.1
C. M. Céspedes	5	24.0	62000	20.1
Argeo Martínez	3	14.4	37000	12.4
<b>Total</b>		<b>148.8</b>		

Estos proyectos se han propuesto implementar en el

período 2004 – 2008 buscándose actualmente el financiamiento de la divisa requerida y la posibilidad de la venta del CO<sub>2</sub> capaz de mitigar.

*B. Centrales eléctricas de Biomasa Cañera anexas a los centrales azucareros operando todo el año (CTB)*

En la actualidad, el proyecto Héctor Molina que cuenta con un donativo de US\$12.8 millones, del FMMA para su implementación está en negociación con inversionistas para su implementación de acuerdo a la Ley 77 vigente en

Proyectos	Capacidad MW	Energía Suministrada GWh/a	Biomasa Consumida Miles t/a	CO <sub>2</sub> Mitigado Miles t/a	Costo Inversión Miles US\$
Hector Molina	47	190	635 000	189.0	47 000
Melanio Hernández	32	167	430 000	144.5	32 000
Rabi	15	67	277 000	58.2	15 000

el país, que rige la asociación con inversionistas extranjeros.

Se proponen para posibles fuentes de financiamiento y la negociación, en el marco del MDL, de los créditos de CO<sub>2</sub> que pueden mitigar.

Proyecto	Costo Inv Miles US\$	TIR %
Argentina	1700	55.0
Manuel Sanguily	1100	55.0
Cuba Libre	1700	55.0
FNTA	1700	55.0
Julio A. Mella	1700	55.0
C. M. Céspedes	1700	55.0
Argeo Martínez	1100	55.0
<b>Total</b>	<b>6200</b>	

*C Proyectos de Biogas*

Proyecto	Planta de Alcohol Cap NM <sup>3</sup> /d	Planta de Biogás	
		Producción "Gas Metano" NM <sup>3</sup> /d	Costo Inv Miles US\$
Hector Molina Habana	50	11110	5738
Jesús Rabí Matanzas	50	11110	5738
Antonio Sánchez Cienfuegos	90	20000	8642
Melanio Hernández S. Spiritu	60	13300	5780
Varona Ciego de Avila	50	11110	5738
Arq. Colina Santiago	50	11110	5738
Urbano Noris Holguín	50	11110	5738
Amancio Rodríguez Las Tunas	50	11110	5738
Antonio Guiteras Las Tunas	80	18000	7700
Argeo Martínez Guantánamo	30	6666	2900

#### D. Proyectos de producción de alcohol para mezclar con diesel

Los consumos actuales de diesel en la transportación del sector son:

Combustible	Consumo por tipo de Transporte Miles t/a		Total Miles t/a
	Vehículo Ligero	Vehículo Pesado	
Gasolina	11,6	7,6	19,2
Diesel	2,1	30,6	32,7

Los consumos registrados han estado limitados debido a los costos de esos combustibles en el mercado. La mezcla de alcohol con los combustibles fósiles que se proyectan se realizarán con la siguiente composición:

Tipo de Equipo	Composición de la Mezcla	
	Alcohol %	COMB FÓSIL %
Gasolina	25	75
Diesel	10	90

En el caso de los equipos movidos por gasolina, el alcohol será de calidad hidratado y en el caso de diesel será alcohol anhidro.

De acuerdo a las proporciones antes reportadas, el consumo de alcohol para los consumos actuales del sector sería:

Calidad Alcohol	Equipo Automotor Combustible		CO <sub>2</sub> Mitigado Miles de t/año
	Gasolina	Diesel	
	Cons Alcohol t/a	Cons Alcohol t/a	
Hidratado	4900		15,9
Anhidro		3270	10,3

Los principales indicadores de la planta de producción de alcohol para mezcla con combustible fósil serían:

Indicadores	
Capacidad de Producción de Alcohol	80 t/d
Costo de Inversión US\$000	7,000

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

La electricidad generada por los proyectos y entregadas al SEN será comercializada a través de la UNE representando más del 90% de sus ingresos. La tarifa eléctrica se estima en \$52.62 US\$/MWh.

Por sus características, la inversión en estos proyectos cuenta con una sólida capacidad de repago a través de los fondos generados por la venta de electricidad que se efectuaría en divisa.

Adicionalmente, se cuenta con un componente de rentabilidad adicional derivado de la comercialización de los CRE's.

Como beneficio económico adicional este proyecto generará ahorro de divisa a nivel nacional al reducir la importación de combustible fósil actualmente utilizado en la generación eléctrica.

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Las fuentes de financiamiento de estos proyectos se estiman que deben ser del tipo de créditos a la exportación y comerciales.

En el caso de los proyectos de Nuevas Plantas de Potencia, podrán ser implementados por la vía de inversiones extranjeras en cualquiera de las modalidades previstas en la Ley 77 de la República de Cuba.

#### ■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTO A FINANCIAR

Como próxima etapa las entidades ejecutoras han considerado la realización de estudios de factibilidad que permitan tomar decisión sobre la continuación de las gestiones con posibles entidades financieras o negociaciones con los inversionistas extranjeros interesados en el desarrollo del proyecto

#### ■ CONTACTOS

---

Contacto ejecutivo: Paulino López  
Posición : Director Programa de  
Desarrollo Energético  
Ministerio : MINAZ  
Dirección : Calle 23 No 171  
Vedado, La Habana, Cuba  
Tel : (537) 832 4174  
Fax : (537) 33 3193  
E-mail :



<b>PROYECTO</b>	<b>Proyecto para el desarrollo integral de fuentes de energía renovable en la Isla de la Juventud</b>
<b>CITMA</b>	

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

La Isla de la Juventud es la segunda mayor isla del archipiélago cubano localizada al sudoeste de la isla de Cuba. Cuenta con una población estimada en 85.000 habitantes de los cuales el 92% reside en áreas urbanas. La totalidad de la generación de potencia eléctrica está basada en combustible fósil.

En el año 2000, UNIDO financió un estudio de prefactibilidad para evaluar el potencial para la provisión de opciones tecnológicas modernas a partir del uso de fuentes de energía renovables. Este estudio en la actualidad se encuentra en la etapa de elaboración final del documento base para ser presentado al GEF.

Al 2001, la generación de electricidad representaba un 54% del uso de energía en la isla. El resto del consumo energético primario se repartía entre el transporte (23%), uso industrial (6%), residencial (10%) y el remanente para otros usos industriales y de agricultura. Debido a la ausencia de recursos energéticos fósiles, la totalidad de su energía primaria como combustible debe ser importada.

Actualmente, el total de la generación eléctrica se realiza utilizando plantas con motores de combustión interna. El 85% de la electricidad se genera con fuel oil ligero como combustible en nuevas unidades. El remanente, corresponde a unidades más antiguas que utilizan diesel como combustible lo cual encarece el costo de la electricidad generada.

El desarrollo del sistema eléctrico prevé la sustitución de las unidades generadores más antiguas por nuevas capacidades de generación con el objetivo de disminuir costos de producción e incrementar la fiabilidad del sistema. Es por ello, que se consideró evaluar la factibilidad de desarrollar un programa integral para la utilización de fuentes de energía renovables tanto para la sustitución de estos generadores como para la generación de calor en procesos industriales.

Dado que las principales fuentes de energía renovable disponible para su uso comercial en la isla son la biomasa forestal y la energía eólica el proyecto contempla concentrarse en tres módulos principales

- Generación de electricidad a partir de biomasa forestal

- Suministro de calor a procesos industriales con biomasa forestal
- Generación de electricidad con recursos eólicos

A fin de asegurar un buen suministro de biomasa forestal, el proyecto contempla el manejo renovable y la recolección de suministro forestales para la fabricación de astillas de madera como combustible renovable.

▪ **UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL**

El Centro de Gerencia de Programas y Proyectos Priorizados (GEPROP), entidad dependiente del Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA) será el encargado de la ejecución de este proyecto integral.

Los otros ministerios que intervendrían en la implementación del proyecto incluyen el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) mediante la participación de la Unión Eléctrica (UNE) con quien se anticipa negociar un contrato de compra-venta de la energía eléctrica producida. En la Isla de la Juventud, la UNE participa a través de su controlada La Organización Básica Eléctrica (OBE). A su vez, se anticipa la participación del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MINAGRI) a través del Grupo Empresarial de

Agricultura de Montaña, el Instituto de Investigaciones Forestales y la Empresa Forestal Integral de la Isla de la Juventud con quien se prevé formalizar un acuerdo para el suministro de la biomasa.

El Ministerio de la Sideromecánica (SIME) cuenta con la empresa de ingeniería Alastor la cual podría encargarse de la operación y mantenimiento de los gasificadores de biomasa garantizando así el suministro de gas para la generación de electricidad y necesidades térmicas de las industrias seleccionadas.

Finalmente, se anticipa la participación del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC) a través de la empresa ECOSOL Solar la cual participaría como operador del parque de eólico y se asociaría con una empresa extranjera que actuaría como proveedor de tecnología y co-financista.

Dado que la implementación de este proyecto se realizaría por medio de inversiones financieras extranjeras se deberá así mismo contar con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera. La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI).

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las

capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ PRIORIDAD

---

La prioridad de este proyecto integral esta directamente relacionada con la necesidad de lograr menores costos de producción de energía en la Isla, garantizar un suministro estable y eficiente logrando así reducir la dependencia externa del combustible fósil. A su vez, el proyecto contribuirá a la reducción de emisiones de GEI preservando la biodiversidad de la Isla de la Juventud.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

---

La electricidad generada a partir de la gasificación de la biomasa forestal será comercializada a través de la OBE de la Isla, entidad dependiente de la UNE. La tarifa eléctrica sería de \$0,09/KWh pagadero en divisa, tarifa equivalente a la que recibe Genpower, compañía generadora independiente de capitales extranjeros actualmente operando en la isla a partir de generadores a fuel oil ligero con una potencia instalada de 3 unidades de 3.6MW lo que representa cerca de un 75% de la generación de la Isla.

Genpower ha demostrado interés en co-financiar el componente de generación eléctrica a partir de biomasa y participar en la operación y

mantenimiento de este componente. La actualización del inventario forestal de la Empresa Forestal Integral de la Isla de la Juventud realizado con el procesamiento de fotografías aéreas y procesadas mediante Sistemas de Información Geográfica permitió establecer un inventario de 480 000 ton de madera utilizable como utilizable como fuente de combustible mediante métodos sostenibles en los próximos diez años y las evaluaciones realizadas reportan un volumen similar de biomasa en las áreas cubiertas con marabú mediano y pesado.

La electricidad generada por vía eólica también se comercializaría bajo un contrato similar con la OBE. El potencial eólico de la Isla se estudio por medio del WASP, software desarrollado por el Laboratorio Nacional de Investigaciones de Dinamarca RISO. Por medio del mismo se procesaron mediciones de velocidad del viento tomadas en los últimos diez años por cuatro estaciones meteorológicas y mediciones locales realizadas por ECOSOL Solar en dos locaciones diferentes. Se demostró la existencia de zonas con posibilidades de ser utilizadas comercialmente para la generación de electricidad por medio de turbinas eólicas.

La empresa Alastor se encargaría de la producción del gas para la generación de la electricidad y suministro de energía térmica a empresas industriales y de servicios. De hecho, se anticipa que Alastor negociaría un contrato para el

suministro de gas a la empresa generadora de electricidad y comercializaría el suministro térmico a empresas industriales y de servicios. Los potenciales interesados en suministro térmico incluyen

- El combinado lácteo de la Isla de la Juventud, empresa del Ministerio de la Industria Alimenticia (MINAL) con una demanda de 1.4 MWth bajo un régimen de operación de 6.000 horas/año
- El combinado cárnico, empresa dependiente del MINAL con una demanda de 2.4MWth y 3180 horas de operación anual
- La planta de procesamiento de pescado perteneciente al Ministerio de la Industria Pesquera (MIP) con una demanda térmica de 1.4MWth y 3000 horas de operación anual
- La industria cerámica perteneciente al Ministerio de la Industria Ligera (MINIL) con una demanda térmica de 0,5MWth y 6000 horas de operación anual

Todos estos centros industriales se encuentran a una distancia promedio de entre 5 y 10 km. Adicionalmente, se cuenta con un componente de rentabilidad adicional derivado de la comercialización de los CRE's.

## ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Actualmente se está trabajando en el desarrollo y la estructura de un plan de financiamiento para el proyecto con componentes de:

- Aporte del Fondo para el Medio Ambiente Mundial (GEF): Los fondos que aportaría el GEF se destinarían exclusivamente a aquellas acciones que son imprescindibles realizar para lograr la implementación de tecnologías de energía renovable que aunque tecnologías maduras aun no son comerciales. Esto incluiría gastos de capacitación, negociación, inversiones inducidas y la parte del financiamiento imprescindible para que se pueda realizar en condiciones comerciales.
- Aportes sobre bases comerciales: Siendo esta la mayor componente de la cartera de financiamiento del proyecto que se destinaría fundamentalmente a cubrir los gastos en equipamientos y conexos.
- Aportes no reembolsables: de fondos de la cooperación al desarrollo o de cooperación técnica de otros países u otras fuentes similares que podrían contribuir al

financiamiento del proyecto.

- Aporte del gobierno cubano: Finalmente se anticipa una contribución del gobierno cubano al proyecto, reflejo de su compromiso económico con el éxito del mismo. Dicha contribución podría realizarse tanto en especies como en aportes financieros siempre bajo la condición que sean auditables.

La complejidad del proyecto requiere de un coordinado e integrado trabajo entre las empresas, los organismos nacionales y las autoridades de la Isla de la Juventud involucrados en su ejecución para el logro de acuerdos efectivos sobre los arreglos institucionales necesarios que garantice una implementación exitosa del proyecto.

## ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tablas se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

Costo de Inversión Total	(US\$000)
Producción de Biomasa	1774
Generación de Gas	6459
Producción de Electricidad	3465
Energía Eólica	3875
<i>Total incluido comp. GEF</i>	<i>15573</i>

Estos costos de inversión incluyen un aporte GEF estimado en \$4.5 millones distribuidos de la siguiente manera:

<b>Componente GEF</b> (US\$000)	
Producción de Biomasa	910
Generación de Gas	1740
Producción de Electricidad	-
Energía Eólica	1850
<i>Total</i>	<i>4500</i>

<b>Ingresos por ventas anuales</b> (US\$000)	
Biomasa	637
Gas	1624
Electricidad	2520
Eólica	518
<i>Total</i>	<i>3031</i>

<b>Costos de O &amp; M</b> (US\$000)	
Biomasa	437
Gas	576
Electricidad	1731
Eólica	135
<i>Total</i>	<i>2879</i>

En la siguiente tabla se detalla el potencial de reducción de efecto de GEI del proyecto por componente

<b>Reducción de emisiones de CO<sub>2</sub></b>	<b>Miles de TonCO<sub>2</sub>e/año</b>
Generación eléctrica con biomasa	16.2
Calor a procesos industriales	7.4
Generación eléctrica eólica	2.6
<i>Total</i>	<i>26.2</i>

Asumiendo un valor estimado de US\$3.5/ton de CO<sub>2</sub> esto significaría un ingreso adicional para el proyecto del orden de los US\$91,7000.

### **Indices de Rentabilidad**

<b>Indices de rentabilidad</b>	<b>TIR % s/CR Es</b>	<b>TIR % c/CRE s</b>
Biomasa	22.8	n.a.
Gas	21.8	22.9
Electricidad	22.4	23.1
Eólica	18.3	18.7

El aporte de fondos derivados de la comercialización de los CREs genera un leve impacto positivo en la rentabilidad del proyecto incrementando las tasas internas desde .4 a 1.1%.

### **PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A FINANCIAR**

Actualmente se está finalizando el estudio para la presentación del proyecto al GEF y trabajando en la identificación de potenciales co-financistas y suministradores de tecnología específicos a fin de avanzar con los acuerdos institucionales y contractuales para la implementación del proyecto.

### **CONTACTOS**

Contacto ejecutivo: Oscar Jiménez  
 Ministerio :CITMA GEPROP  
 Dirección : Calle 20 No 4112 e/ 41 y 47,  
 Miramar Playa, Ciudad Habana  
 Cuba  
 Teléfono : (537) 202-7096  
 E-mail : oscar@geprop.cu

<b>PROYECTO</b>	<b>Instalación de generadores hidroeléctricos en los embalses para fines de riego en Cuba</b>
<b>INRH/MINBAS</b>	

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

Cuba cuenta con un total aproximado de más de 150 centrales hidroeléctricas en operación las que han sido construidas a lo largo del tiempo por el Instituto Nacional de Recursos Hidráulicos (INRH). El alza en los precios de los combustibles fósiles ha generado un interés particular por el desarrollo de nuevas centrales hidroeléctricas. En la actualidad el INRH genera casi un 2% del total de la electricidad producida en Cuba. Su misión es elevar ese índice a un 5% en los próximos años, logro que se alcanzaría dependiendo de la capacidad de financiamiento obtenida.

En particular, el INRH tiene identificados seis embalses existentes con mayores probabilidades de garantía de agua a lo largo del año en los que se podrían instalar centrales hidroeléctricas con una capacidad de 30MW y una generación anual estimada de 118 GWh. Otros 50 proyectos se encuentran en diferentes fases de preparación.

La construcción de estas centrales se concibe para su conexión al Sistema Electro-energético Nacional (SEN) a fin de abastecer de energía eléctrica aquellas zonas donde no llega el SEN. A su vez, por su posición en extremo de línea, estos proyectos permiten la disminución de las pérdidas mejorando los parámetros técnicos

de los microcircuitos a los cuales se conectan.

La primera prioridad del INRH es desarrollar un sistema de proyectos en la zona de la provincia de Santiago de Cuba en la parte sur del Parque Nacional Sierra Maestra donde se cuenta con personal capacitado y los estudios de pre factibilidad de dos proyectos hidroeléctricos (Peladero I y II) con una capacidad total de 10 MW. El objetivo principal es garantizar el servicio eléctrico a partir de fuentes renovables y convertir esa zona de este Parque Nacional en un “*municipio ecológico*” (Guama). A su vez, el INRH ha evaluado la viabilidad de otros cuatro proyectos en la misma zona con una capacidad adicional aproximada de 20MW. Estas seis centrales hidroeléctricas están concebidas como parte de un subsistema compartiendo entre ellas infraestructura y tendido de redes de transmisión.

Proyecto	Potencia MW	Energía GWh /año
<b>Peladero I</b>	5.0	26
<b>Peladero II</b>	5.0	26
<b>Las Mulas</b>	8.0	36
<b>Bayamita</b>	4.6	20
<b>Guamá Sur</b>	4.0	17
<b>Guamá Norte</b>	3.0	13
<b>Total</b>	29.6	118

El resto de los proyectos se ubican en otras provincias donde hay embalses con garantía de agua suficiente para todo el año y su rango de capacidad instalada varía entre 0,5 a 5 MW.

Estos proyectos se encuentran en distintos estados de análisis, habiéndose en ciertos casos confirmado su factibilidad.

▪ **UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL**

La unidad ejecutora de este proyecto es la Empresa de Hidroenergía dependiente de la Dirección de Inversiones del INRH que es la responsable por identificar el potencial de generación hidroeléctrica en Cuba.

La Empresa de Hidroenergía es a su vez la encargada de la operación y mantenimiento de todas las centrales hidroeléctricas de Cuba incluyendo la comercialización de la energía.

El principal cliente es la Unión Nacional Eléctrica (UNE) dependiente del Ministerio de Industria Básica (MINBAS).

El Ministerio de la Construcción (MICONS) es el encargado de la ejecución de las obras civiles, primordialmente en la etapa de voladura para cimentaciones.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio

para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ PRIORIDAD

En Cuba existe una amplia red de mini y pequeñas centrales hidroeléctricas que abastecen de energía a pequeñas comunidades asiladas principalmente en las regiones montañosas. La operación y mantenimiento de las mismas corre a cargo de la Empresa de Hidroenergía la cual lo debe financiar a partir de sus ingresos por ventas de electricidad al SEN. Por ende, la Empresa de Hidroenergía cuenta con un alto incentivo por interconectar proyectos a la red. A su vez, esto beneficia a la UNE al mejorar la calidad del servicio eléctrico en zonas apartadas a través de la incorporación de generación local.

La prioridad de estos proyectos queda evidenciada por la política del gobierno de Cuba de estimular el acceso a los servicios eléctricos de toda la población rural y la generación de electricidad a partir de energías renovables donde el agua cumple un rol primordial.

Por dicha razón, estos proyectos son elegibles para recibir divisa por la venta de energía eléctrica a la UNE.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

La electricidad generada por las centrales hidroeléctricas será comercializada a través de la UNE o en caso de centrales aislados se procedería a la venta directa a los clientes. Las ventas a la UNE representa aproximadamente el 90% de los ingresos del INRH constituyendo su principal fuente de ingresos en moneda libremente convertible. La tarifa eléctrica es de \$120/MWh de los cuales \$80 son en divisa y el resto en moneda nacional.

Los proyectos en los cuales la electricidad se genera a clientes aislados son comercializados en moneda nacional dado el rol social que cumple la empresa.

Por sus características, la inversión en estas centrales hidroeléctricas cuenta con una sólida capacidad de repago a través de los fondos generados por la venta de electricidad que se efectuaría en divisa.

Adicionalmente, se cuenta con un componente de rentabilidad adicional derivado de la comercialización de los CRE's.

Como beneficio económico adicional este proyecto generará

ahorro de divisa a nivel nacional al reducir la importación de combustible fósil actualmente utilizado en la generación eléctrica.

El proyecto empleará tecnología moderna, ya probada, para instalar generadores hidroeléctricos en embalses de riego ya existentes en Cuba. Dado el alto número de embalse presentes en el país, este proyecto tiene un muy alto potencial de replicación.

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

El INRH cuenta con financiamiento de la República Popular China y la República Checa, financiamiento que se encuentran asignados a otros proyectos. A su vez, se mantienen conversaciones con Alemania y España para el financiamiento de otros proyectos.

#### ■ OTROS EMPRENDIMIENTOS

En la actualidad el INRH cuenta con alrededor de 10 proyectos en ejecución con características similares a los presentados en este documento.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

<i>Entidad Ejecutora</i>	<i>INRH</i>	
<i>Parámetros de inversión</i>		
<i>Monto de la Inversión</i>	US\$	10,000,000
<i>Cronograma de obra</i>		
- Año -2	%	60
- Año -1	%	40
<i>Vida útil</i>	Años	30
<i>Ingresos</i>		
<i>Generación eléctrica</i>	GWh/año	26.0
<i>Tarifa eléctrica</i>	US\$/MWh	80.0
<i>Ingresos por venta de electricidad</i>	US\$/año	2,080,000

**Costo de O&M**

Costo anual estimado	US\$/año	500,000
Utilidad/año sin CREs	US\$/año	1,580,000

**Parámetros GEI**

Reducción CO <sub>2</sub> equivalente Estimada	tons CO <sub>2</sub> /año	91,980
------------------------------------------------	---------------------------	--------

Valor CREs de referencia

US\$/tonCO<sub>2</sub> 3.5

Aporte financ. CREs pa. US\$/año 321,930

Utilidad/año con CREs US\$/año 1,901,930

1/ utilidad anual estimada antes de intereses, impuestos y depreciación

Posición : Director de Hidroenergía  
 Ministerio : INRH  
 Dirección :Humboldt 106 esquina a P. Vedado,  
 Ciudad de la Habana, Cuba  
 Tel : (537) 879 6788  
 Fax : (537) 33 5481  
 E-mail :inrh@hidro.get.cmg.net

**Indices de Rentabilidad**

Período de Repago sin CREs	Años	5.8
Período de Repago con CREs	Años	4.2
TIR sin CREs	%	18.60
TIR con CREs	%	20.85

El período de repago de la inversión en Peladero I calculado sin incluir los beneficios del financiamiento aportado por la comercialización de CREs alcanza a 5.8 años. Al incluir este beneficio el período de repago se reduce a 4.2 años. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) sin contar el efecto de los CREs se estima en 18.6%. La comercialización de los CREs generaría un beneficio significativo al aumentar el TIR por encima de 20%.

■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTO A FINANCIAR

---

Como próxima etapa el INRH anticipa la realización de un estudio de factibilidad cuyo monto se estima en US\$ 500.000 incluyendo la preparación de la ingeniería de detalle, selección de tecnología y la preparación de los paquetes de licitación. Con la realización de este estudio el proyecto quedaría listo para entrar en su etapa final de ejecución.

■ CONTACTOS

---

Contacto ejecutivo: Ing. Mario León



PROYECTO	Reducciones de pérdidas de distribución eléctricas en la ciudad de Santa Clara
MINBAS/UNE	

▪ DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL

En Cuba el sector eléctrico ha sufrido restricciones de recursos financieros que no han permitido el adecuado desarrollo en la ampliación y el mantenimiento a la red de distribución eléctrica. Esto ha provocado altas pérdidas de energía (del orden del 16%), principalmente por causas técnicas en la red de distribución primaria.

La Unión Eléctrica (UNE) ha comenzado desde el año 2000 un programa de reducción de pérdidas con el objetivo de reducirlas a un 11% para el año 2005. Hasta el año 2002 se han ejecutado proyectos en varias ciudades del país con inversiones limitadas.

En términos generales las pérdidas de distribución se producen por desbalances y sobrecargas en los circuitos dado el incremento del consumo y las características técnicas de la red. Las soluciones previstas incluyen el incremento de voltaje de distribución primaria y el cambio del calibre de los conductores.

Santa Clara, una de las principales ciudades ubicada en el centro del país, es un ejemplo típico de los diversos proyectos que la UNE tiene identificados y evaluados. En este caso particular se cuenta con un programa de inversión de US\$1.2 millones destinados

principalmente tres actividades principales:

- Conversión de circuitos de bajo voltaje
- Incremento del voltaje de distribución primario a partir de la construcción de subestaciones
- Incremento en la sección en los conductores de los circuitos primarios

El principal efecto económico de la reducción de pérdidas eléctricas será la disminución del consumo de combustible en la generación con la consiguiente disminución de GEI. Dado que el costo del combustible es en divisas corresponde cuantificar el ahorro en esta moneda.

Adicionalmente, el proyecto tiene un efecto en la reducción de los costos de operación y mantenimiento que por no ser significativo no será considerado en este análisis. De todas formas, existe un efecto positivo pero difícil de cuantificar en la calidad del servicio eléctrico.

El programa de reducción de pérdidas eléctricas para la ciudad de Santa Clara anticipa un ahorro en el consumo eléctrico del orden de 2.7 GWh/año lo que implica una reducción en el consumo de combustible del orden de 866 toneladas.

La UNE cuenta con un programa de reducción de pérdidas eléctricas que abarca todo el país con un alto foco en las principales ciudades donde se contemplan inversiones similares a las planteadas para la ciudad de Santa Clara.

▪ UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL

La unidad ejecutora de este proyecto será la Empresa Eléctrica de la Provincia Villa Clara que forma parte de la UNE y cuenta con el personal calificado y equipamiento adecuado para su ejecución.

La UNE es una entidad estatal que tiene a su cargo el servicio eléctrico en la República de Cuba incluyendo la generación, transmisión, distribución y comercialización de la energía eléctrica. Respecto de la implementación del proyecto, la UNE a través de su Dirección de Negocios será el interlocutor institucional encargado de la negociar la implementación y el financiamiento de este proyecto.

El Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) es el organismo de la administración central del estado al que pertenece la UNE. Dado el monto de inversión involucrado en este proyecto el MINBAS es el responsable final de la aprobación del proyecto no requiriendo en este caso participación del Ministerio de Economía y Planificación (MEP).

El marco institucional vigente permite la inversión extranjera y se cuenta con habida experiencia en el financiamiento de proyectos de modernización de la red de transmisión, el nuevo despacho nacional de carga y la modernización de subestaciones con participación de entidades internacionales.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ PRIORIDAD

La urgente necesidad de reducir pérdidas eléctricas hace que el

proyecto de Santa Clara cuente con la más alta prioridad dentro de las inversiones previstas por la UNE. A nivel país, el proyecto se encuadra dentro de las políticas del gobierno de Cuba de priorizar y estimular la conservación de energía.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

El principal beneficio económico de este proyecto se relaciona con el ahorro de combustible derivado de la disminución en la generación de las centrales eléctricas que alimentan al sistema de distribución de la ciudad de Santa Clara. A su vez, el proyecto contaría con el producido de la comercialización de los CREs como una fuente complementaria de ingresos para el repago de la inversión.

Desde el punto de vista de la UNE, el financiamiento de este tipo de proyectos podría ser garantizado mediante los esquemas tradicionales de garantías para créditos comerciales tales como créditos bancarios o créditos de suministrador. El valor de estas garantías se encuentra respaldado por el flujo de ingresos en divisas de la UNE.

Este flujo que alcanza a un monto del orden de los US\$200 millones tiene su origen en las ventas de electricidad a clientes que al contar con ingresos en divisa están obligados a pagar su facturación eléctrica en esta moneda. Entre otros se encuentran empresas del sector turístico, empresas mixtas, de telecomunicaciones, y otras entidades nacionales e industrias en general

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Este tipo de proyectos son tradicionalmente financiados por proveedores de equipamiento y materiales que en la mayoría de los casos están dispuestos a considerar financiamiento como parte de su oferta.

Al respecto, la UNE cuenta con una larga trayectoria en la negociación y el repago de este tipo de financiamientos.

Los principales proveedores provienen de Francia, España, Canadá, Italia y Alemania. La República Popular China ha recientemente (año 2000) negociado líneas de financiamiento para proyectos del sector eléctrico que podría también contribuir al financiamiento de este tipo de inversiones.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

<i>Entidad Ejecutora</i>	<i>UNE</i>	
<b>Parámetros de inversión</b>		
<i>Monto de la Inversión</i>	US\$	1,200,000
<i>Cronograma de obra</i>		
- Año -2	%	60.0
- Año -1	%	40.0
<i>Vida útil</i>	Años	15
<b>Ahorros generados</b>		
<i>Reducción del consumo eléctrico</i>		
	GWh/año	2.7
<i>Ahorro de Combustible</i>	Ton/año	866.0
<i>Precio del fuel oil</i>	US\$/ton	200
<i>Valor de los ahorros</i>	US\$/año	173,200
<i>Utilidad, Anual sin CREs</i>	US\$/año	173,200
<b>Parámetros GEI</b>		
<i>Reducción CO<sub>2</sub> equivalente estimada</i>		
	tons CO <sub>2</sub> /año	2,598
<i>Valor CREs de referencia</i>	US\$/ton CO <sub>2</sub>	3.5

*Aporte financiamiento  
CREs p.a.*

US\$/año

9,093

## ■ CONTACTOS

---

*Utilidad, Anual con  
CREs*

US\$/año

182,293

Contacto ejecutivo: Jorge Isaac Pino

Posición: Jefe de Negocios

Ministerio : MINBAS / UNE

Dirección : Ave. Salvador Allende #66. e/

Oquendo y Soledad, Centro Habana, Ciudad de  
la Habana, Cuba

Teléfono : (537) 877-5399

Fax : (537) 879-3508

E-mail : isaac@une.minbas.cu

1/ utilidad anual estimada antes  
de intereses, impuestos y depreciación

## **Indices de rentabilidad**

<i>Período de Repago sin CREs</i>	<i>años</i>	<i>6.9</i>
<i>Período de Repago con CREs</i>	<i>años</i>	<i>6.6</i>
<b>TIR sin CREs</b>	<b>%</b>	<b>10.6</b>
<i>TIR con CREs</i>	<i>%</i>	<i>11.3</i>

El período de repago de la inversión calculado sin incluir los beneficios del financiamiento aportado por la comercialización de CREs se estima en 6.9 años. Al incluir este beneficio el período de repago se reduce a 6.6 años. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) sin contar el efecto de los CREs se estima en 10.6%. La comercialización de los CREs genera un beneficio significativo al aumentar el TIR a 11.3%.

## ■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A FINANCIAR

---

El proyecto de reducción de pérdidas eléctricas en Santa Clara ha concluido de estudios previos y cuenta con las aprobaciones institucionales debidas para su implementación. Específicamente, se cuenta con las soluciones de ingeniería de detalle y las especificaciones técnicas para su ejecución. Dada la multiplicidad de subestaciones involucradas, este proyecto podría realizarse en módulos integrales que se ajusten mejor al financiamiento disponible sin que ello afecte la rentabilidad de la inversión. Para la UNE, la ejecución de este tipo de proyectos es inevitable por la incidencia que tiene en los costos del servicio público de electricidad.



PROYECTO	<b>Proyecto para el desarrollo de un parque eólico en Cayo Coco</b>
MIC	

▪ DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL

En Octubre del 2001 se firmó un Convenio Marco entre COPEXTEL S.A. como Vendedor y la Unión Eléctrica (UNE) como Comprador, por el cual la UNE se compromete a comprar toda la energía que produzca COPEXTEL S.A. mediante fuentes alternativas, y en el que se incluye la eólica. A su vez, COPEXTEL S.A. se compromete a gestionar y administrar las inversiones en estas tecnologías. El Convenio establece además que el precio de venta de la energía será pactado para cada proyecto según los resultados de los estudios de factibilidad correspondientes.

Si bien hasta esta fecha no existen Contratos de Compra de Energía para proyectos específicos bajo este convenio, la UNE ha indicado que el costo promedio de generación (incluyendo transmisión) es de 5.54 USD ¢/kWh, que al adicionarse los costos externos, se estima que alcanzará algo más de 7 USD ¢/kWh. Localmente pueden negociarse precios superiores dependiendo del tipo de combustible que se desplace por la tecnología que se instale.

La UNE ha expresado su conformidad de pagar por cada kWh el “costo evitado”, y se refiere a la última cifra indicada. Otros precios de venta deberán

ser establecidos mediante discusiones directas y específicas para cada proyecto.

El proyecto que se propone es el desarrollo de un Parque Eólico de 3.75 MW en Cayo Coco, provincia Ciego de Avila. Este proyecto se inserta en una estrategia de COPEXTEL S.A., concertada con la UNE, para desarrollar a corto y mediano plazos varios parques eólicos en zonas de alta demanda energética y donde se puedan lograr sensibles reducciones de consumos de combustibles fósiles importados, o bien que por su efecto beneficioso para el medio ambiente, puedan multiplicarse en el futuro.

Se han incluido en esta estrategia, además del ya citado proyecto, los parques eólicos de 30 MW en Boca de Jaruco, provincia La Habana, que desplazará la quema de petróleo crudo nacional, y de 1.5 MW en Isla de la Juventud, que desplazará la quema de fuel oil pesado y diesel.

*El Parque Eólico de Cayo Coco*

Este proyecto se encuentra en su fase inicial de Estudio de Factibilidad para el que se dispone de mediciones del viento, realizadas entre 1994 y 1996 con *data loggers* digitales a alturas de 10 y 20 m, en un sitio a 8 Km del emplazamiento seleccionado para el parque y se está coordinando el inicio de nuevas mediciones muy próximo al sitio previsto.

Respecto de la sostenibilidad del proyecto debemos mencionar que la red eléctrica de Cayo Coco tiene capacidad de transferencia para asimilar la instalación de no menos de 8 MW eólicos, desplegados en 2 a 3 sitios distintos, relativamente cercanos, alrededor de la Central Generadora. Al conectarse los sistemas autónomos de Cayo Coco y Cayo Guillermo, esta capacidad así como la estabilidad de la red común deberá incrementarse.

La fuente primaria de generación (el viento) es renovable e interminable, su variabilidad ha sido estudiada y su caracterización es suficientemente precisa para hacer conclusiones sólidamente fundamentadas en el Estudio de Factibilidad (hay disponibilidad de 11 años de datos de la Estación Meteorológica del CIEC-Centro de Ecosistemas Costeros de Cayo Coco)

Las demandas energéticas se incrementarán hasta alcanzar unos 40 MW, por lo que hablamos de un desarrollo eólico en 2 fases. La sostenibilidad está asociada a que la energía es vendida en divisas a clientes del turismo (hoteles, tour-operadores, servicios), por lo que es una actividad solvente.

Los niveles de eficiencia de generación base utilizando fuel oil no deben aumentar por limitaciones tecnológicas, por lo que el costo de generación actual deberá mantenerse prolongadamente.

Es previsible que se introduzcan en los cayos medidas y tecnologías que reduzcan los consumos energéticos, lo que podría afectar a la envergadura de próximas inversiones eólicas, pero no al proyecto propuesto actualmente.

Sin embargo, es previsible asimismo que la propia tecnología eólica avance (y el conocimiento sobre ella) y los estudios complementarios sobre el régimen de vientos sean más precisos, y permitan elevar el pronóstico y despacho de los paquetes de energía generada con eólica, elevando así la penetración promedio de esta fuente en el balance energético de los cayos.

#### ▪ UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL

---

Las principales entidades involucradas en el desarrollo y la ejecución de este proyecto son:

- EcoSol Solar, empresa comercial y de ingeniería, perteneciente a la Corporación COPEXTEL S.A., del Ministerio de la Informática y las Comunicaciones (MIC), y que la representa en estas gestiones. EcoSol Solar fue creada en 1995 con el objetivo de promover y comercializar tecnologías energéticas basadas en fuentes renovables de energía, y se ha especializado en sistemas de generación eléctrica solares y eólicos, de aprovechamiento de la energía solar para calentamiento de agua, secado de productos y otros perfiles relativos al uso de la energía solar. Su

volumen de ventas es de más de 4 MM USD anuales.

- UNE perteneciente al Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). Como se indicó anteriormente, la UNE es el ente estatal que monopoliza la generación, distribución y comercialización de la electricidad en Cuba y será el Cliente que comprará la electricidad generada por los parques eólicos y que deberá aportar las garantías de pago que fundamentarán las negociaciones para el financiamiento que deberá realizar EcoSol Solar.
- El Ministerio de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), sus delegaciones territoriales en las provincias donde se desarrollen los parques eólicos objeto de este proyecto, y sus empresas especializadas. CITMA es el organismo estatal que regula y supervisa la compatibilidad de nuevas tecnologías que se introduzcan al país, con el cumplimiento de los aspectos relacionados con la protección del medio ambiente, la atenuación de impactos ecológicos y la reducción de emisiones contaminantes a la atmósfera, las aguas y los suelos. Tiene la función de emitir licencias ambientales para la ejecución de los proyectos, o de vetar su realización.

#### ▪ PRIORIDAD

---

- El Ministerio de la Inversión Extranjera y la Colaboración (MINVEC) Para COPEXTEL S.A. este proyecto constituye una alta prioridad, en función de lograr la

que es el organismo estatal que regula y supervisa las relaciones de negocios que se realicen mediante inversiones por parte de socios extranjeros. Tiene potestad para definir la exención de impuestos a las importaciones de equipos y otras facilidades arancelarias.

- El Banco Exterior de Cuba (BEC) quien será la contraparte cubana de las instituciones financieras y crediticias que concurren en el financiamiento de las inversiones que se definan para ejecutar los objetivos de este proyecto.
- El Ministerio de la Industria Sidero-Mecánica (SIME) y sus empresas asociadas que será eventualmente encargado de la fabricación de componentes de aerogeneradores, como las torres soportantes, lo que permitirá la integración de la industria nacional y la reducción de costos en la ejecución de los proyectos.
- El Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

comercialización de energía de fuentes renovables, y de abrir el mercado eólico en Cuba, por sus ventajas económicas, ambientales y sociales.

Para la UNE también constituye una prioridad elevada, en función de disminuir los consumos de fuel oil empleado en la generación en Cayo Coco, así como reducir las emisiones de GEI en el frágil entorno de los cayos cubanos. Estas prioridades han sido reiteradas tanto en el Convenio Marco citado, como en diferentes intercambios de directivos de ambas entidades.

Al respecto, es importante destacar la existencia de proyectos similares. EcoSol Solar patrocina la operación del Parque Eólico Demostrativo de 0.45 MW en la Isla Turiguanó, provincia Ciego de Avila, instalado bajo la gerencia del Grupo Eólico de EcoSol Solar / CUBASOLAR (ONG) en 1999. Próximamente se iniciará la comercialización de la electricidad generada a la UNE. Este es un proyecto de referencia sobre el uso de la generación eolo-eléctrica en la región central de Cuba.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

El proyecto generará ingresos a partir de la venta de la energía eléctrica a la UNE (Unión Eléctrica de Cuba), que es el ente estatal que monopoliza la gran generación, distribución y comercialización de la electricidad.

Para repago de la inversión se contará con los fondos generados por la venta de electricidad que se efectuaría en divisa.

A su vez, el proyecto cuenta con un componente de rentabilidad

adicional derivado de la comercialización de los CRE's.

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

A la fecha ya ha presentado la propuesta de este Parque Eólico a dos consorcios de empresas alemanas:

- IPM-Consultores y NORDWIND (suministrador de tecnología, asociado con BRANDENERGO GmbH como fabricante)
- UTEC Thomsen (Empresa Consultora y de Desarrollo de Parques Eólicos)

Con el primero se desarrolla un proceso negociador desde hace cerca de 1 año, a través de aproximaciones sucesivas que han permitido esclarecer el alcance requerido para el Estudio de Factibilidad, tomando en cuenta que aún no se dispone de mediciones del viento en el sitio mismo propuesto para emplazar el parque; y que aún no se ha analizado detalladamente las condiciones de estabilidad de la red local, su evolución y el impacto que sobre dicha estabilidad tendrá la entrada en servicio del parque propuesto.

NORDWIND oferta máquinas bi-palas de 750 kW, lo que puede generar inconvenientes de impacto visual en el medio específico de Cayo Coco, cuya actividad principal es el Turismo.

A la fecha ya existe un avance relativamente importante en estas negociaciones, habiendo NORDWIND solicitado al KfW de Alemania y al Seguro Hermes, el soporte financiero para

ejecutar esta inversión. Esta última gestión está pendiente de la conclusión del Estudio de Factibilidad. Sin embargo, KfW ya adelantó su compromiso para financiar hasta 5.0 MM Euros.

Otros temas técnicos pendientes de resolver (y que son aplicables a cualquier suministrador de equipos y/o financiamiento) se vinculan a la capacidad de izaje de las grúas disponibles en Cuba, de 150 ton y 110 m de altura libre bajo gancho (máximo), lo que limita la carga máxima a elevar a 60 m hasta no más de 20 ton, pero implica una serie de maniobras de armado y desarme de grúa para su traslado entre máquinas, que puede encarecer el montaje fuera de límites admisibles.

Las alternativas a comparar son:

- Arrendar una grúa de la capacidad necesaria (400 Ton) en la región (Centroamérica).
- Montar mediante pre-ensamblajes parciales de las máquinas para aligerar las góndolas, completando el ensamblaje "in situ".
- Disminuir la altura del buje de las máquinas, modificando el diseño de la torre, y sacrificando el rendimiento de las máquinas.

Con UTEC Thomsen las conversaciones son incipientes, y aún no hay acuerdos firmados.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tablas se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

**Entidad Ejecutora** EcoSol Solar

**Parámetros de inversión**

Potencia instalada	MW	3.75
Monto de la Inversión	US\$	4,500,000
Vida útil	años	15

**Ingresos**

Generación eléctrica	GWh/año	10.6
Tarifa eléctrica	US\$/MWh	80.0
Ingresos por venta de electricidad	US\$/año	849,600

**Costo de O&M**

Costo anual estimado	US\$/año	106,000
----------------------	----------	---------

**Utilidad<sub>1</sub> Anual sin**

<b>CREs</b>	US\$/año	743,600
-------------	----------	---------

**Parámetros GEI**

Reducción CO <sub>2</sub> equivalente estimada	tons CO <sub>2</sub> /año	9,967
Valor CREs de referencia	US\$/ton CO <sub>2</sub>	3.5

**Aporte**

**financiamiento CREs**

<b>p.a.</b>	<b>US\$/año</b>	<b>34,885</b>
-------------	-----------------	---------------

**Utilidad<sub>1</sub> Anual con**

<b>CREs</b>	US\$/año	778,485
-------------	----------	---------

*1/ estimada antes de intereses, impuestos y depreciación*

## Indices de Rentabilidad

Período de Repago sin CREs	años	6.3
Período de Repago con CREs	años	6.1
TIR sin CREs	%	17.1
TIR con CREs	%	17.9

### PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A FINANCIAR

---

Como se mencionó anteriormente se está trabajando en el desarrollo del Estudio de Factibilidad cuyos resultados son requeridos por proseguir con las negociaciones con el Seguro de Hermes.

### CONTACTOS

---

Contacto ejecutivo: Guillermo Leiva  
Ministerio :EcoSol  
Dirección : Calle 29 No 2610 esq 30, Miramar  
Playa, Ciudad Habana  
Cuba  
Teléfono : (537) 204-3117  
E-mail : eolicos@solar.copextel.com.cu

<b>PROYECTO</b>	<b>Mejoramiento de la eficiencia energética en la industria cervecera</b>
<b>MINAL</b>	

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

La Unión de Empresas de Cervecerías (UNICER) dependiente del Ministerio de la Industria Alimentaria (MINAL), tiene a su cargo la administración de seis de las siete fabricas de producción de cerveza de Cuba. A su vez cuenta con una planta de hielo y tres embotelladoras. En total la UNICER suministra casi el 70% de la producción de cerveza nacional. El resto es generado por la empresa de capital mixto Bucanero S.A., compuesta por Labbat, empresa de origen canadiense y el mismo MINAL.

Las condiciones energéticas de las plantas de UNICER distan de los promedios internacionales respecto de los niveles de eficiencia en la industria cervecera. Por ello, desde 1997 UNICER viene trabajando en el mejoramiento de sus instalaciones habiendo ya invertido aproximadamente US\$3.5 millones en la sustitución de los compresores de refrigeración y aire así como en las calderas de vapor. Con estas inversiones se ha reducido el gasto energético a cerca de un 20% del costo total de producción. El programa de mejoramiento de la eficiencia energética de UNICER tiene como meta reducir la incidencia del componente energético a niveles del orden del 12% al 15% del costo total de producción, en línea con los parámetros de la industria.

En particular, el programa de mejoramiento de la eficiencia energética plantea para esta nueva fase inversiones de equipos y materiales en las siguientes áreas:

- Rehabilitación del sistema de aislamiento térmico de vapor y frío
- Recuperación de la energía de los efluentes
- Sustitución de equipos ineficientes en el sistema de refrigeración y calderas
- Sustitución de equipos sobredimensionados
- Reposición o introducción de sistemas de medición eficientes
- Cambio de tecnología en la fabricación de hielo.

La inversión total estimada de esta fase a realizarse en el curso de los dos próximos años asciende a US\$1 millón. Se estima que dicha inversión será capaz de generar ahorros por un valor de US\$ 485,000/año. La vida útil de esta inversión se estima en 15 años.

▪ **UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL**

La unidad ejecutora de este proyecto será la UNICER con la participación de empresas especializadas del MINAL y el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS). Entre ambas instituciones se cuenta con personal calificado y experiencia relevante para la ejecución de este tipo de obras tal como se vienen realizando hasta la fecha.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

▪ **PRIORIDAD**

La prioridad de este proyecto queda evidenciada por la necesidad de UNICER y el MINAL de mejorar la eficiencia energética de la producción cervecera a fin de reducir no sólo los costos de fabricación sino también garantizar la estabilidad del proceso productivo incluyendo la disminución de riesgos laborales, factores ambos críticos para la apertura de nuevos mercados.

A su vez, dado que el gobierno de Cuba alienta toda iniciativa orientada hacia un mejor aprovechamiento en el uso de recurso no renovables, el programa cuenta con el apoyo de las más altas autoridades nacionales.

Por último, desde el punto de vista medio ambiental, estas inversiones se enmarcan dentro de las prioridades del CITMA al generar importantes disminuciones en las emisiones de GEI y ahorros en el uso de combustibles fósiles.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

La inversión propuesta apunta a mejorar la productividad del proceso de fabricación de la cerveza generando un alto impacto tanto en el costo de fabricación y como en la calidad del producto. Como surge del análisis de rentabilidad, el repago de la inversión podría lograrse en el corto a mediano plazo a partir de los ahorros generados.

Dado que UNICER actualmente exporta parte de su producción a distintos países de Europa y América esto le permite contar con un flujo de divisa específico que podría afectarse al repago del financiamiento.

A su vez, si bien el resto de la producción se vende en moneda nacional, UNICER también cuenta con la capacidad de convertir estos ingresos en divisa al contar con la debida autorización gubernamental lo que facilitaría la disponibilidad de divisa para el financiamiento.

El UNICER mantiene relaciones con bancos nacionales como el Banco Internacional de Crédito SA (BISCA) y el Banco Popular de Ahorro (BPA) así como la Casa Financiera del MINAL (ALFISA) con quienes opera en divisa.

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Tradicionalmente, este tipo de inversiones con alta capacidad de repago tienden a ser financiados por proveedores de equipamiento y materiales que ven en ello una oportunidad para comercializar sus productos.

Al respecto, la UNICER cuenta con una larga trayectoria en la negociación y repago de este tipo de financiamientos.

Los principales proveedores con los que se ha venido trabajando provienen de Francia, España, Dinamarca, y Alemania..

A su vez, la República Popular China ha recientemente (año 2000) negociado líneas de financiamiento con el gobierno de Cuba que podrían aplicarse para la compra de ciertos equipos e insumos.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

Aproximadamente un 50% de la energía empleada en la industria cervecera de Cuba proviene de la quema de fuel oil mientras que la electricidad es responsable por

hasta un 44% de la energía utilizada. Es por ello que el mejoramiento de la eficiencia energética tendrá un importante impacto en la reducción de emisiones GEI. A su vez, es importante destacar el potencial de replicabilidad de este proyecto en otras industrias de Cuba que presentan similares características energéticas.

Dado que el proyecto incorpora equipamiento y tecnología ampliamente utilizados a nivel internacional en plantas de fabricación de cerveza y otras instalaciones con procesos similares este proyecto no presenta riesgos de inversión significativos.

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

#### **Principales parámetros económicos**

<i>Entidad Ejecutora</i>	<i>UNICER</i>	
<i>Monto total de inversión</i>	US\$	1,000,000
<b>CRONOGRAMA DE INSTALACIÓN</b>		
<i>- Año -2</i>	%	60.0
<i>-Año 1</i>	%	40.0
<i>Vida útil</i>	Años	15
<i>Ahorros anuales estimados</i>		
<i>Ahorro promedio anual en combustible</i>	ton/año	1,500
<i>Costo del fuel oil</i>	US\$/ton	160
<i>Ahorro consumo fuel oil</i>	US\$	226,560
<i>Reducción consumo eléctrico</i>	MWh/año	3,606
	US\$/Kw	
<i>Tarifa eléctrica</i>	h	80
<i>Ahorro consumo electricidad</i>	US\$/año	288,480
<i>Otros ahorros</i>	US\$	45000
<i>Total de ahorros anuales netos</i>	US\$	560,040
<b>Parámetros GEI</b>		
<i>Reducción CO<sub>2</sub> equivalente estimada</i>	Ton CO <sub>2</sub> /año	13,113
	US\$/ton	
<i>Valor CREs de referencia</i>	CO <sub>2</sub>	3.0
<i>Aporte financiamiento CREs p.a.</i>	US\$/año	45,896
<i>Utilidad<sub>1</sub> Anual Sin</i>	US\$/año	560,040

CREs

Utilidad Anual<sub>1</sub> con  
CREs

US\$/año 605,936

1/ utilidad anual estimada antes  
de intereses, impuestos y depreciación

inferior al año. El beneficio anual  
directo de esta inversión se estima  
en US\$ 177.000 con lo que se  
anticipa un período de repago de  
1.8 años.

### Indices de rentabilidad

Período de Repago sin CREs	años	2.6
Período de Repago con CREs	años	2.5
TIR sin CREs	%	44
TIR con CREs	%	47

El período de repago de la  
inversión propuesta para mejorar la  
eficiencia energética de las plantas  
de cerveza de UNICER calculado  
se estima en sólo 2.6 años. Al  
incluir el beneficio adicional que  
generaría la comercialización de los  
CREs el período de repago se  
reduce a un poco menos de 30  
meses. Por otro lado, la tasa interna  
de retorno (TIR) sin contar el  
efecto de los CREs se estima en 44  
%. La comercialización de los  
CREs genera un beneficio adicional  
al aumentar el TIR a 47%.

### CONTACTOS

Contacto ejecutivo: Rodolfo Sánchez Pérez  
Ministerio :MINAL / UNICER  
Dirección :  
Carretera de la Polar y Línea del Ferrocarril  
Cerro, Ciudad Habana  
Cuba  
Teléfono : (537) 881-7246  
E-mail : [mariela@acer.cu](mailto:mariela@acer.cu)

### PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A

UNICER cuenta con los estudios  
de factibilidad técnico-económica  
necesarios para comenzar con la  
compra e instalación de  
equipamiento necesarios para la  
implementación de las mejoras  
propuestas. En la mayoría de los  
casos se cuenta con ofertas de  
equipamiento de diversos  
proveedores y la posibilidad de  
ajustar la compra de equipamiento  
al financiamiento disponible sin  
que ello mayormente afecte la  
rentabilidad del proyecto global.

La principal prioridad es la planta  
de TINIMA de la provincia de  
Camagüey que requiere una  
inversión estimada de US\$320,000  
con un plazo de ejecución de obras



<b>PROYECTO</b>	<b>Desarrollo e infraestructura de una flota de vehículos que funcionen con gas natural o metano (TRANS ECO)</b>
<b>MITRANS</b>	

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

Las primeras experiencias en Cuba para la utilización del gas natural comprimido (GNC) como combustible en medios de transporte comenzaron en 1996 a partir de una donación de la ONG “Pan para el Mundo” que dio origen a TRANS ECO, a fin de apoyar el desarrollo de fuentes de gas natural acompañante del petróleo y de gas de metano derivado de biomasa de la industria azucarera para su utilización como combustible alternativo en vehículos automotor en Cuba.

Para ello se comenzó con la instalación de estaciones de gas natural comprimido (GNC) en La Habana y el equipamiento de los 100 primeros vehículos automotor. En una segunda etapa se prevé la ampliación de la red de estaciones de GNC y el desarrollo de un programa de producción de gas metano en plantas de procesamiento de azúcar para ser utilizado en vehículos rurales en la parte central del país con la producción de abono orgánico como subproducto adicional.

En la actualidad, TRANS ECO posee una capacidad de compresión de alrededor de 8200 M<sup>3</sup> diarios. A los niveles de consumo actual esto permitiría suministrar GNC a alrededor de 1.100 vehículos. TRANS ECO cuenta con dos estaciones de provisión de GNC operativas en La Habana y presta

servicios de instalación y mantenimiento de equipamiento para convertir vehículos de gasolina a GNC. La estación madre está ubicada en la zona de Peñas Alta a 40 Km al este de La Habana. Aquí se realiza la compresión del gas natural que llega por gaseoducto.

Una segunda estación sin capacidad de compresión (“estación hija”) se ubicó en el centro de La Habana para facilitar el acceso al mercado automotor. Ambas estaciones se encuentran ubicadas en servicentros existentes pertenecientes a la Empresa Provincial de Transporte (EPT) encargada de la distribución de gasolina y diesel en la provincia de La Habana.

En general, los servicios de GNC se brindan a empresas transportistas de Ciudad Habana y provincia Habana, y en particular a vehículos de servicio público, segmentos con capacidad de pago en divisa.

La prioridad inmediata de TRANS ECO es aumentar la flota de vehículos convertidos a GNC para lograr el punto de equilibrio y completar ciertas inversiones de infraestructura necesarias para garantizar la prestación y calidad de servicio en el tiempo. Por dicha razón, la comercialización de equipamiento (Kits de conversión) se realiza con márgenes reducidos a fin de fomentar este cambio tecnológico.

A mediano plazo y dependiendo del avance logrado en la conversión de automotores TRANS ECO anticipa la instalación de estaciones de provisión de GNC adicionales a fin de cubrir el corredor de La Habana – La Matanza – Varadero. El costo promedio de una estación de provisión de GNC se estima en \$ 250.000

El proyecto de producción de gas de metano en plantas de procesamiento de azúcar se encuentra en fase de evaluación preliminar y no sería abocado hasta tanto se consolide el crecimiento del GNC.

▪ **UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL**

La unidad ejecutora de este proyecto es TRANS ECO, una empresa perteneciente al Grupo de Transporte (Grupo IT) dependiente del Ministerio de Transporte (MITRANS).

El Grupo IT se concentra en el desarrollo de estudios de investigación y desarrollo aplicados al transporte así como aplicar en la práctica aquellos resultados de interés nacional.

El Grupo IT está subordinado al Ministerio de Transporte

▪ **PRIORIDAD INSTITUCIONAL**

En la actualidad la estructura de consumo de los vehículos

automotores cubanos se sustenta, casi en su totalidad, en las gasolinas y el diesel obtenidos a partir del fuel oil de importación. El diesel también se importa directamente en el mercado internacional. La disminución de importaciones mediante su sustitución por producciones nacionales constituye una de las principales directivas del estado cubano. Además de disminuir la dependencia del mercado internacional esto posibilita ahorros a la economía cubana.

Por otra parte Cuba fue uno de los primeros firmantes de la Convención Marcos de las Naciones Unidas sobre el Medio Ambiente, por lo que la toma de medidas tendientes a la disminución de Gases de Efecto Invernadero constituye, además de un compromiso moral, una bandera política en la esfera internacional. En tal sentido el Ministerio de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente(CITMA) ha dictado resoluciones y directivas que promueven y apoyan cualquier tecnología o medida tendiente a disminuir la contaminación ambiental.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la

responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

Este proyecto cuenta con la capacidad de generar ingresos en divisa por la venta de GNC y la instalación, comercialización y mantenimiento de equipamiento para la conversión de vehículos automotores convencionales para el uso de GNC como combustible alternativo.

El recupero de la inversión inicial está directamente relacionado con lograr la conversión de una flota de vehículos del orden de 400 unidades a fin de alcanzar un primer punto de equilibrio.

El parque automotor de Cuba se estima en 500.000 unidades de las que un 25% corresponden a La Habana. Al respecto, TRANS ECO cuenta con la posibilidad de negociar acuerdos de conversión de automotores y provisión de GNC con empresas estatales con capacidad de pago en divisa derivada de su participación en

sectores emergentes de la economía.

De hecho, TRANS ECO ya se encuentra en conversaciones con varias empresas de turismo y con la Empresa Provincial de Transporte Público de La Habana, empresa subordinada del MINTRANS, que tiene a su cargo todo el transporte de pasajeros y de carga y parte de los taxis de la ciudad.

A su vez, esta empresa es dueña de servicentros donde se podrían incorporar estaciones de GNC.

Los ahorros generados por el uso de GNC permiten que el repago del financiamiento de los Kits de conversión se logró en plazos inferiores a 2 años.

El suministro de gas natural para la compresión se encuentra garantizado por el Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) a través de Cuba Petróleo (CUPET) que ha acordado la provisión del gas natural por un período mínimo de 15 años a través del MITRANS.

La extracción principal del gas se encuentra ubicada en la zonas aledañas a los yacimientos de gas natural ubicados en la zona de Boca de Jaruco sito a unos 5 Km de la estación principal reduciendo así el riesgo de disponibilidad de su materia prima.

Desde el punto de vista ambiental, el proyecto de GNC generará importantes reducciones en la emisión de GEI pudiéndose eventualmente contar con un flujo de fondos adicionales relacionados con la comercialización de los CREs.

La incidencia de este flujo de fondos en la rentabilidad de la inversión estará directamente

ligada a la cantidad de vehículos que se logre convertir a GNC y su nivel de consumo.

#### ■ FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y POTENCIALES SOCIOS

El financiamiento para completar las inversiones iniciales realizadas a partir de la donación inicial de “Pan para el Mundo” y la posterior adquisición de Kits de conversión e insumos de operación provino de las utilidades del Grupo IT y demás créditos otorgados por el MITRANS.

La mayoría de los insumos y equipamiento tecnológico han sido adquiridos a través de la Empresa Importadora General de Transporte (EIGT) del MITRANS, con una empresa italiana. En el desarrollo de TRANS ECO múltiples firmas y empresas internacionales y nacionales han demostrado su interés,

En el ámbito nacional, la empresa transportista del Ministerio Sideromecánico (SIME) se encuentra interesada en asumir una parte de los servicios de conversión de vehículos y de postventa.

El SIME es el organismo responsabilizado por la adquisición y el desarrollo de equipos para las empresas cubanas; muchos de los equipos desarrollados se integran con componentes de producciones de empresas internacionales por lo que su potencial relación con TRANS ECO resulta de interés.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

Entidad Ejecutora	TRANS ECO	
<b>Parametros de inversión</b>		
Inversión en equipamiento	US\$	270,000
Fondo para financiar Kits	US\$	250,000
<b>Monto total de inversión</b>	US\$	520,000
Cronograma de instalación (año -1)	%	100

Vida útil	años	15
Ingresos (en estado de régimen)	a partir año 4	
Venta de GNC	US\$/año	845,000
<b>Costos de O&amp;M</b>		
Costo de GNC	US\$/año	188,000
Energía eléctrica	US\$/año	121,000
Otros gastos	US\$/año	270,000
Costos anuales	US\$/año	579,000
Utilidad anual sin CREs (en régimen)	US\$/año	266,000
Reducción CO <sub>2</sub> equivalente estimada	tons	
	CO <sub>2</sub> /año	6000
	US\$/ton	
Valor CREs de referencia	CO <sub>2</sub>	3.5
<b>Aporte por CREs p.a.(en régimen)</b>		
	US\$/año	21,000
Utilidad, Anual Sin CREs	US\$/año	216,000
Utilidad Anual, con CREs	US\$/año	339,500

I/ estimada antes de intereses, impuestos y depreciación

El análisis asume la conformación de un fondo inicial de US\$250,000 para el financiamiento de la venta de Kits, asumiendo su reposición en dos cuotas iguales de US\$125.000 en los años 6 y 7 del proyecto.

#### Indices de Rentabilidad

Período de Repago sin CREs	años	5.2
Período de Repago con CREs	años	4.4
TIR sin CREs	%	25.4
TIR con CREs	%	30.5

El período de repago de la inversión inicial calculado sin incluir los beneficios del financiamiento aportado por la comercialización de CREs se estima en 5.2 años. Al incluir este beneficio el período de repago se reduce 4.4 años. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) sin contar el efecto de los CREs se estima en 25.4%. El impacto del financiamiento de los CERs eleva dicha tasa al 30.5%.

Debe tenerse en cuenta que para el cálculo de estas tasas y los períodos de repago de la inversión no se

consideró el repago de la inversión original realizada por el MINTRANS en la infraestructura actual, lo que explica la relativa alta rentabilidad de esta inversión incremental.

#### ■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTO A FINANCIAR

El objetivo inmediato de TRANS ECO es completar la infraestructura del sistema de provisión de GNC actual y aprovechamiento de la capacidad instalada a fin de poder garantizar la calidad del suministro y avanzar con el programa de conversión de automotores.

Para ello estima requerir de un financiamiento del orden de US\$ 500.000 de los cuales US\$ 270.000 serían destinados a reforzar la infraestructura de GNC existente mientras que el remanente se destinaría a la adquisición de Kits para la conversión de vehículos.

#### ■ CONTACTOS

Contacto ejecutivo: Juan José Alea  
 Posición : Director  
 Ministerio : MITRANS / Grupo IT  
 TRANS ECO Gas Natural Comprimido  
 Dirección : Carretera del Asilo s/n, Finca Tiscornia, Casa Blanca, Regla, La Habana, Cuba  
 Tel : (537) 862-3051 al 58 extensión 246, 268 y 269 o (537) 863-2541  
 Fax : (537) 33-8250  
 E-mail : alea@iitransp.transnet.cu



PROYECTO	Instalación de molinos a viento para el suministro de agua potable para el ganado
MINAGRI	

■ DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL

En Cuba, el uso de molinos a viento para el abastecimiento de agua a las zonas ganaderas data desde más de 50 años. En las décadas de los años 60 a 80 esta actividad cayó en desuso debido a la utilización masiva de combustible fósil a bajo costo lo que motivó el deterioro de cientos de molinos. Fundamentalmente, se afectaron las máquinas y accesorios quedando disponibles los pozos y las estructuras, activos con alto potencial de recuperación. Desde principios de los años 90 se ha venido recuperando la población de molinos a viento. Sin embargo, en 2001 el ciclón Michelle afectó cerca de 300 molinos generando una demanda adicional sobre el programa de los cuales más del 50% ya se han recuperado.

En la actualidad, Cuba cuenta con un parque de molinos cercano a los 4.800 de los cuales el 90% se encuentran activos. Sin embargo, existen cerca de 900 pozos aptos para la instalación de futuros molinos y por encima de 300 torres recuperables. A la fecha, la demanda localizada de molinos se estima en aproximadamente 1000 molinos.

Molinos existentes	5.440
Porcentaje de activos	91%

Torres recuperables	314
Nuevas necesidades	1.083

En el último año, el Ministerio de Agricultura (MINAGRI) gestionó la provisión de unos 300 molinos los que han sido vendidos a empresas ganaderas con financiamiento a un año sin experimentar problemas en la cobranza de estos créditos. Dichos molinos han sido provistos por fabricantes extranjeros dejando a cargo del MINAGRI el ensamblado y la producción de elementos varios en sus talleres de fabricación y la supervisión de la instalación, realizada generalmente con personal propio de las empresas ganaderas.

El programa actual apunta a gestionar el financiamiento para cubrir la compra de 500 molinos por año y la recuperación de las torres existentes estimando así cubrir el total de las necesidades en los próximos dos años.

Dado que el MINAGRI ya cuenta con instalaciones y equipamiento para producir, ensamblar y reparar molinos a viento se encuentra en estudio la factibilidad de incorporar un socio extranjero para la fabricación de molinos en el país.

■ UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL

La unidad ejecutora de este proyecto es el MINAGRI a través de la Dirección de Ganadería y la Dirección de Mecanización responsables por generar soluciones para la provisión de molinos a viento para las empresas de ganadería a lo largo del país. Dichos molinos se utilizan para el abastecimiento de agua y generación de energía eléctrica (en casos especiales). El MINAGRI es el encargado de identificar las necesidades de demanda y gestionar la compra e instalación de los molinos que eventualmente serán comercializados a las empresas ganaderas a fin de eliminar el abastecimiento de agua por cisterna.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está

dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ PRIORIDAD

Una de las principales limitantes para la producción de leche y carne vacuna en Cuba es la ausencia de un abastecimiento de agua seguro y confiable a las unidades productoras. Esta situación se ha visto agravada en los últimos años por la variabilidad climática que ha aumentado los períodos de sequía. Esta situación ha dado lugar a utilizar de manera extraordinaria el suministro de agua por medio de tractores cisterna desde distancias relativamente importantes lo cual ha encarecido y dificultado esta actividad. La falta de recursos por parte del MINAGRI combinado con la escasez y el alto costo del combustible y la necesidad de Cuba de aumentar su producción ganadera y lechera conceden a este proyecto un alto grado de prioridad.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

La rentabilidad económica de este proyecto se sustenta en una atractiva relación costo / beneficio evidenciada por los ahorros en

divisas que se generarían en las empresas ganaderas al eliminarse la necesidad de suministrar agua al ganado con tractores cisternas sumado a los fondos propios que se podrían generar mediante la comercialización de los Certificados de Reducción de Emisiones (CREs).

Evidentemente, el abastecimiento mediante el uso de tractores cisternas no constituye una solución satisfactoria para la empresa ganadera, dado que se trata de un suministro inestable e insuficiente respecto de las necesidades reales del ganado lo que genera un alto impacto negativo sobre la producción de leche y de carne. Por otro lado, el alto costo del combustible que requiere el abastecimiento de agua al ganado con cisternas hace que esta práctica sea altamente costosa.

A primera vista, la capacidad de repago del proyecto con fondos genuinos estaría limitada a la generación de fondos ligada a la comercialización de los CREs. Sin embargo, desde el punto de vista de las empresas agrícolas el proyecto resulta particularmente atractivo dado que a través del ahorro de combustible generado liberaría fondos suficientes para financiar la compra de molinos en un período inferior a 2 años. Una vez repagada la inversión estos ahorros impactarían positivamente en la utilidad de dichas empresas. En el análisis de rentabilidad se incluye el impacto del ahorro de combustible como un beneficio al proyecto.

Si bien los molinos serían eventualmente comprados por las empresas ganaderas, el MINAGRI sería el responsable de gestionar la

compra del equipamiento y negociar las condiciones de compra y financiamiento.

La Dirección de Ganadería contempla también recuperar estructuras de antiguos molinos; ofreciendo financiamiento para su recuperación en los casos que sea posible y reservando la instalación de nuevos molinos para casos donde no sea posible recuperar elementos de la estructura antigua.

#### ■ FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Históricamente, el MINAGRI ha logrado financiar la compra de molinos a vientos mayormente con fondos propios. En 2000, dos ONGs incluyendo Agroacción Alemana financiaron la instalación de más de 200 molinos para las provincias de Tunas, Holguín y Granma por un monto estimado de US\$350,000 como parte de un financiamiento de US\$1,000,000 que incluyó la construcción de vías de acceso, vaquerías, reservorios de agua y otros equipamientos.

En la actualidad, el MINAGRI se encuentra en negociaciones preliminares con el gobierno de Canadá para la provisión de un crédito que podría aportar fondos a este proyecto.

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

Entidad Ejecutora	MINAGRI	
<i>Parámetros de inversión</i>		
Costo por molino nuevo		
Total US\$	US\$	1,700
Costo promedio por molino recuperado		
Total US\$	US\$	500

<i>Molinos nuevos</i>		1,000
<i>Molinos a recuperar</i>		500
<b>Monto total de inversión</b>	US\$	1,950,000
<i>Cronograma de instalación</i>		
- Año 0	%	50.0
- Año 1	%	50.0
<i>Vida útil</i>	años	30
<b>Ingresos indirectos</b>		
<i>Ahorro promedio en combustible por molino</i>	US\$	1401
<i>Ahorro promedio anual en combustible</i>	US\$ año 1	1,050,959
<i>Ahorro promedio anual en combustible</i>	US\$ años 2-30	2,101,918
<b>Costo de O&amp;M</b>		
<i>Costo de O&amp;M</i>	US\$/año	300,000
<i>Utilidad<sub>1</sub> Anual sin CREs</i>	US\$/año	1,801,918
<i>Utilidad Indirecta<sub>2</sub> Anual sin CREs</i>	US\$/año	
<b>Parámetros GEI</b>		
<i>Reducción equivalente estimada</i>	CO <sub>2</sub> tons CO <sub>2</sub> /año	13,875
<i>Valor CREs de referencia</i>	US\$/ton CO <sub>2</sub>	5.0
<b>Aporte financiamiento CREs p.a.</b>		
<i>Utilidad<sub>1</sub> Anual con CREs</i>	US\$/año	48,563
<i>Utilidad<sub>1</sub> Anual con CREs</i>	US\$/año	1,871,293

1/ estimada antes de impuestos, intereses y depreciación

### Indices de rentabilidad

<i>Período de Repago sin CREs</i>	años	2.4
<i>Período de Repago con CREs</i>	años	2.4
<i>TIR sin CREs</i>	%	92.4
<i>TIR con CREs</i>	%	94.5

Tal como se desprende del análisis de los índices de rentabilidad esta inversión en molinos a viento cuenta con una alta rentabilidad económica al estimarse el período de repago en poco más de 2 años y con una tasa interna de retorno superior al 90%.

Con los fondos generados por la comercialización de los CREs se podría financiar más de un 50% de los costos de operación y mantenimiento del parque de molinos previsto por la inversión.

### FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Históricamente, el MINAGRI ha logrado financiar la compra de molinos a vientos mayormente con fondos propios. En 2000, dos ONGs incluyendo Agroacción Alemana financiaron la instalación de más de 200 molinos para las provincias de Tunas, Holguín y Granma por un monto estimado de \$350.000 como parte de un financiamiento de \$1.000.000 que incluyó la construcción de vías de acceso, vaquerías, reservorios de agua y otros equipamientos.

En la actualidad, el MINAGRI se encuentra en negociaciones preliminares con el gobierno de Canadá para la provisión de un crédito que podría aportar fondos a este proyecto.

### PRÓXIMA ETAPA Y MONTO A FINANCIAR

El objetivo inmediato del MINAGRI es lograr financiamiento para la compra de hasta 1000 molinos y la recuperación de cerca de 500 estructuras existentes por un monto total estimado de US\$2 millones. Por las características de la inversión dicho monto fraccionarse en módulos más pequeños sin que ello afecte el retorno de la inversión. A su vez, el MINAGRI se encuentra interesado en la captación de socios extranjeros para la conformación de una empresa mixta abocada a la fabricación de molinos a vientos y el mantenimiento y reparación de piezas.

### CONTACTOS

Contacto Ejecutivo: José Ortega Valdés  
 Posición: Especialista en Riego  
 Ministerio: MINAGRI, Grupo Ganadería  
 Dirección : Contill y Ave. Independencia  
 Piso 16, Plaza, Ciudad de La Habana

Teléfono: (537) 884-5463  
 Fax: (537) 881-2875  
 E-mail :borroto@minag.gov.cu



<b>PROYECTO</b>	<b>Proyecto para la sustitución de refrigeradores domésticos de baja eficiencia energética</b>
<b>MINBAS</b>	

▪ **DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

El consumo de electricidad promedio anual del sector residencial por consumidor en Cuba registró en el año 2002 unos 1680 kWh. Los estudios realizados indican que el 45 % del consumo residencial es producido por la refrigeración doméstica. Por ende, se estima que es necesario para cubrir esta demanda generar anualmente 2850 GWh que implican quemar unas 785 000 Tn de combustible que emiten a la atmósfera casi 2,0 millones de toneladas de CO2.

Un alto porcentaje de los refrigeradores domésticos en Cuba corresponde a equipos con tecnología de Europa del Este o bien a antiguos refrigeradores norteamericanos cuya eficiencia energética es muy baja. Estudios realizados por el PAEC indican que el sector residencial posee unos 2,7 MM de refrigeradores de los cuales entre 1,6 y 1,8 millones son de los modelos ineficientes mencionados cuyos consumos de electricidad promedio anual se estiman en 720 kWh.

El nivel de ineficiencia lo provoca en lo fundamental el bajo aislamiento térmico del equipo y la falta de hermeticidad de las puertas.

Actualmente existe una fábrica de refrigeradores domésticos en Cuba que produce equipos de igual volumen a la mayoría de los

ineficientes, con gas refrigerante ecológico y alta eficiencia energética cuyo su consumo anual es de 300 kWh.

En el año 2002, se aprobó una Norma Cubana con el objetivo de garantizar que todos los nuevos equipos de refrigeración doméstica que se comercializan en el país sean energéticamente eficientes. El precio de los refrigeradores eficientes en el mercado cubano supera los 350 USD lo cual provoca que la reposición de los equipos ineficientes sea muy lenta.

Por ende, el objetivo de este proyecto es lograr el cambio de unos 700.000 refrigeradores ineficientes de aquí al año 2010 a fin de:

- Reducir significativamente la generación de electricidad y por ende de quema de combustible.
- Reducir la emisión de gases de efecto invernadero.

El proyecto también apunta a lograr financiamientos adicionales, que permitan acelerar el proceso de sustitución, a partir del potencial de reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero del proyecto.

Para alentar el recambio de refrigeradores ineficientes se reduciría el precio minorista de venta a la población de refrigeradores nuevos eficientes entregando el cliente su refrigerador ineficiente

funcionando para su disposición final.

De esta manera, se anticipa compensar esta reducción de ingresos para el fabricante a partir de las reducciones en el consumo de energía y la máxima demanda que el cambio produce.

En una primera etapa se seleccionará una zona piloto, con un potencial de refrigeradores ineficientes de unos 8 - 10 miles para la realizar una prueba y ajustar los parámetros de recambio.

En la segunda etapa se procedería a generalizar paulatinamente el proyecto a todo el país considerando los resultados del pilotaje, definiendo la prioridad en la generalización y ajustando el precio de venta a la población considerando:

- Las nuevas condiciones de precio mayorista y gastos de comercialización que se logren.
- Deduciendo para el precio de venta los posibles ingresos por valor residual de refrigeradores viejos y por la reducción de emisiones.

▪ **UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL**

Cuba cuenta con un programa nacional de conservación de energía denominado el Programa de Ahorro de Electricidad de Cuba (PAEC) perteneciente a la UNE.

EL PAEC fue fundado en 1997 y su objetivo fundamental es lograr Uso Racional de la Electricidad y el Manejo de su Demanda como parte de una estrategia para garantizar la continuidad y la calidad del servicio eléctrico y reducir sus costos.

De 1998 a la fecha el PAEC ha alcanzado logros significativos en el manejo de la demanda eléctrica que experimentó un crecimiento anual promedio de tan sólo 2%, mientras que el PBI registró un crecimiento promedio de 4% para el mismo período. Por otro lado, la máxima demanda del sistema eléctrico no registró crecimiento y en el año 2002 se mantuvo a valores similares a los de 1997.

Entre los principales programas que ha desarrollado el PAEC se destacan:

- La venta con subsidios en más del 80 % del costo de 4 millones de Lámparas Fluorescentes Compactas de 1998 – 2001.
- La instalación a domicilio de mas de 1,4 MM de Juntas de Goma con perfil magnético para puertas y más de 300.000 termostatos de temperatura en refrigeradores domésticos para reducir sus consumos con subsidios de más del 50 % en igual período.
- Eliminación de impuestos en la formación de precios minoristas de todo tipo de iluminación fluorescente para reducir sus precios finales y subsidios de alrededor de 50 % a los más demandados por las familias de menores ingresos.
- Aprobación de normas de eficiencia y calidad en los equipos electrodomésticos

de mayor nivel de tenencia en las viviendas.

- Desarrollo de proyectos de Uso Racional con pago a partir de los ahorros fundamentalmente en el sector hotelero.
- Publicación y financiamiento de libros para todas las escuelas del país como base material para que los maestros impartan el Uso Racional y el cuidado del medio ambiente.

El PAEC, con el apoyo del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y el de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), sería el responsable de la ejecución del programa por la parte cubana del proyecto y garantizaría las relaciones con el resto de los involucrados. La Unión Eléctrica - UNE, . El Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) sería el encargado de emitir la resolución fijando los precios minoristas y las condiciones de venta. , Fábrica de Refrigeradores, Empresas de Servicios de Refrigeración y otros.)

Por su parte, la Empresa Industrial Productora de Utensilios Domésticos (INPUD) Encargada de la producción de los refrigeradores eficientes, garantizaría el funcionamiento de los equipos y participaría en la comercialización minorista.

La Empresa Provinciales de Servicios de Reparación a Equipos Electrodomésticos sería la encargadas de recepcionar los equipos ineficientes y su procesamiento y participe en la comercialización minorista.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la

actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC).

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ■ PRIORIDAD

Este proyecto se enmarca dentro del trabajo que desde 1997 desarrolla el PAEC dada la alta prioridad que el gobierno cubano da al Uso Racional de la Energía y al cuidado del medio ambiente.

#### ■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

El proyecto contempla la adquisición en fábrica de refrigeradores a fin de ofertar a la población un refrigerador nuevo a precio accesible, de igual volumen al que posee, entregando el que posee, y reduciendo sus consumos eléctricos del equipo en más del 50 %. Para facilitar la comercialización de los nuevos refrigeradores, además de fijar un precio de venta accesible para la población, se contemplaría instrumentar variantes con los bancos nacionales para el otorgamiento créditos con facilidades de pago.

La principal fuente de ingreso del proyecto correspondería a los pagos que realizaría la UNE bajo el

PAEC en función de la reducción del consumo eléctrico alcanzado por este programa de sustitución de refrigeradores ineficientes. El monto que pagaría la UNE se establecería como el valor equivalente al costo de combustible que se evitaría consumir. Dado que los pagos de la UNE se generarían anualmente a lo largo de un período preacordado (e.j. 10 años) de los refrigeradores será necesario gestionar un financiamiento puente y/o invertir en la adquisición de los refrigeradores a la fábrica y/o fabricación conjunta de los mismos.

**POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO**

Tradicionalmente, este tipo de inversiones con alta capacidad de repago tienden a ser financiados por proveedores de equipamiento y materiales que ven en ello una oportunidad para comercializar sus productos.

Al respecto, la UNICER cuenta con una larga trayectoria en la negociación y repago de este tipo de financiamientos.

Los principales proveedores con los que se ha venido trabajando provienen de Francia, España, Dinamarca, y Alemania..

A su vez, la República Popular China ha recientemente (año 2000) negociado líneas de financiamiento con el gobierno de Cuba que podrían aplicarse para la compra de ciertos equipos e insumos.

**PARÁMETROS ECONÓMICOS**

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

*Entidad Ejecutora*  
*UNE*

*Parámetros de inversión*

*Monto de la Inversión*

*# refrigeradores año 1*

*# refrigeradores por año*

*Costo del refrigerador*  
US\$/refrigerador

*Precio de venta al público*  
US\$/refrigerador

*Inversión neta anual/refrigerador*  
US\$/refrigerador

*Inversión neta anual promedio*  
US\$000/año

*Vida útil*  
Años

*Ahorros*

*Reducción del consumo eléctrico*  
KWh/año

*Ahorro de Combustible por refrigerador*  
Ton/año

*Precio del fuel oil*  
US\$/ton

*Valor anual de los ahorros*  
US\$/año

*Utilidad, Anual sin CREs*  
US\$/año

*Parámetros GEI*

Reducción CO<sub>2</sub> equivalente estimada  
tons CO<sub>2</sub>/refr. Año

Valor CREs de referencia

US\$/ton CO<sub>2</sub>

3.5

*Aporte financiamiento CREs p.a.*  
*US\$/año*

101,500

*Utilidad, Anual con CREs*  
US\$000/año  
2,500

*I/ estimada antes de intereses, impuestos y depreciación con pagos a la UNE por 10 años*

50,000 El análisis asume un costo por refrigerador de \$220 y un precio de venta para la sustitución de refrigeradores existentes de \$120. Esto representa un incentivo importante dado que este precio sería menos del 50% del precio de venta al público.

**Indices de Rentabilidad**

Período de Repago sin CREs	años	7.8
Período de Repago con CREs	años	7.4
TIR sin CREs	%	24.2
TIR con CREs	%	26.9

15 El período de repago de cada inversión incremental se estima en 7.8 años. Al incluir el beneficio adicional que generaría la comercialización de los CREs el período de repago se reduce a 7.4 años. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) sin contar el efecto de los CREs se estima cercana al 24 %. La comercialización de los CREs generaría un beneficio adicional al aumentar el TIR a 27%.

2,400,000 Para la ejecución del programa global debería contarse con un compromiso de inversión total de aproximadamente \$15 millones los cuales se devengarían a lo largo de los cuatro primeros años con lo que el período de repago contado desde el primer año de inversión se

extendería a un poco más de 7 años.

#### ■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A FINANCIAR

---

La próxima etapa contempla la preparación de un estudio de factibilidad para el desarrollo del programa y la posterior ejecución de un plan piloto en una zona seleccionada para sustituir unos 8.000 a 10.000 refrigeradores y ajustar todos los detalles prácticos del proyecto durante un período de 3 a 6 meses. El costo del estudio de factibilidad se estima en US\$200,000

Durante la prueba piloto se planea ofrecer los refrigeradores eficientes a su precio mayorista más un pequeño margen para gastos de comercialización como incentivo inicial. Una vez concluida la prueba, se verificaría todo lo referente a las condiciones de intendencia para el desarrollo del proyecto en su fase generalizada a fin de verificar que se podrían alcanzar las definiciones necesarias en cuanto a:

- La garantía del suministro de la demanda de refrigeradores del proyecto en la fase generalizada y el precio mayorista definitivo.
- La organización requerida para el proceso de comercialización en etapa plena.
- El tratamiento de los refrigeradores ineficientes recogidos y la posibilidad de comercializar el valor residual de alguna de sus componentes sin que ello genere un impacto ambiental incremental
- El monto de los fondos que se puedan obtener a partir de la reducción de emisiones del proyecto.

A partir de los resultados del plan piloto se realizarían los ajustes necesarios y se procedería a la implementación del proyecto a un ritmo estimado de 100.000 refrigeradores anuales. De todas formas, el monto final de refrigeradores a sustituir se adecuaría en función del financiamiento disponible y el programa de fabricación acordado.

#### ■ CONTACTOS

---

Contacto ejecutivo: Ing Roberto González Vale  
Ministerio :MINBAS -  
Dirección : Salvador Allende No 666, Ciudad Habana  
Cuba  
Teléfono : (537) 77-5161  
E-mail : vale@oc.minbas.cu

<b>PROYECTO</b>	<b>Proyecto para la elevación de la eficiencia energética de iluminación en el sector residencial</b>
<b>MINBAS</b>	

■ DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL

En el período de 1997 al 2000 la Unión Eléctrica de Cuba a través de su Programa de Ahorro de Electricidad vendió a la población 4,1 MM de Lámparas Fluorescentes Compactas a precios prácticamente simbólicos, con el objetivo de reducir la máxima demanda del Sistema Eléctrico y ahorrar energía. En Septiembre del año 2000 se realizó un estudio de las características de la iluminación en la vivienda cubana obteniéndose lo siguiente:

En cada vivienda existe como promedio 8,39 puntos de luz de los cuales 4,16 son sockets y 4,23 luminarias para tubos fluorescentes. En los 4,16 sockets existentes por vivienda, hay instalado bombillo incandescente en 2,1 de ellos, en 0,8 Lámparas fluorescentes Compactas (LPC) y los 1,3 sockets restantes estaban vacíos. En un universo de 2,9 MM de consumidores residenciales en Cuba existen 6,3 millones de bombillos incandescentes instalados y un potencial de sockets vacíos de 3,9 millones que potencialmente se les podría instalar bombillos incandescentes para un total de 10,2 millones de puntos que pueden ser sustituidos por iluminación más eficiente.

El principal objetivo del proyecto es lograr que más del 90 % de la iluminación en el sector residencial

sea eficiente. Para ello se prevé ofertar a la población, en los próximos 5 años, 2 millones de puntos de iluminación eficiente anuales, a precios minoristas accesibles a la población y competitivos con los precios de la iluminación incandescente utilizando subsidios e impuestos de circulación.

■ UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL

Cuba cuenta con un programa nacional de conservación de energía denominado el Programa de Ahorro de Electricidad de Cuba (PAEC) perteneciente a la UNE. El PAEC, con el apoyo del Ministerio de la Industria Básica (MINBAS) y el de Ciencia Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), sería el responsable de la ejecución del programa y garantizaría las relaciones con el resto de los involucrados tales como la Unión Eléctrica - UNE, el Ministerio de Finanzas y Precios (MFP) - encargado de emitir la resolución fijando los precios minoristas y las condiciones de venta, Energoimport empresa importadora de la Unión Eléctrica seleccionada como único importador mayorista de iluminación eficiente con destino al mercado minorista para la población las cadenas de tiendas minoristas tales como Panamericana, TRD, Meridiano y Dita cadenas de tiendas minoristas

que comercializan la iluminación eficiente a la población.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC).

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

■ PRIORIDAD

Este proyecto se enmarca dentro del trabajo que desde 1997 desarrolla el PAEC dada la alta prioridad que el gobierno cubano da al Uso Racional de la Energía y al cuidado del medio ambiente.

■ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

El proyecto propone concentrar en una sola empresa mayorista la importación de iluminación

eficiente con destino al mercado minorista de población garantizando reducir el precio de compra, productos de eficiencia y vida útil probada y el abastecimiento estable del mercado. Dicha empresa quedaría facultada para fijar los precios de venta minoristas de la iluminación a la población y del importador mayorista a las cadenas minoristas garantizando a estas últimas su margen de rentabilidad.

La diferencia entre el precio de compra del mayorista más la rentabilidad mínima de esta actividad y el precio de venta a las cadenas minoristas sería subsidiado por la Unión Eléctrica de Cuba (Corporación Nacional del Servicio Público de Electricidad).

La Unión Eléctrica, por su parte, recuperaría el monto del subsidio invertido a partir de los ahorros de energía eléctrica y la reducción de la máxima demanda del Sistema Eléctrico.

Así mismo se plantea obtener recursos financieros adicionales por la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (98 % de la generación de electricidad del servicio público en Cuba es a partir de combustibles fósiles) a fin de acelerar e incrementar los resultados esperados.

#### ■ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO

La UNE cuenta con líneas de financiamiento de entre 6 y 12% que podrían contribuir al financiamiento del subsidio requerido

#### ■ PARÁMETROS ECONÓMICOS

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

#### Entidad Ejecutora UNE

#### Parámetros de inversión

#### Monto de la Inversión

# lámparas/año  
000 lamp/año

costo de adquisición  
\$000/año

ingreso por ventas a cadenas  
\$000/año

Subsidio incluyendo intereses  
\$000/año

Vida útil  
horas

Vida útil  
años

Uso promedio por año  
horas

#### Ahorros

Reducción del consumo eléctrico  
Wh/lámpara

Reducción del consumo eléctrico  
GWh/año

Pérdidas en redes  
%

Insumo en generación  
%

Reducción en generación  
GWh/año

Precio del fuel oil  
US\$/ton

Consumo específico en generación  
kg/kWh

Ahorro<sub>1</sub> Anual sin CREs  
US\$/año

### Parámetros GEI

Reducción CO<sub>2</sub> equivalente estimada  
tons CO<sub>2</sub>/año

101,500

Valor CREs de referencia  
US\$/ton CO<sub>2</sub>

3.5

Aporte financiamiento CREs p.a.  
US\$/año

355,250

Utilidad<sub>1</sub> Anual con CREs  
US\$/año

6,788,751

I/ estimada antes de intereses, impuestos y depreciación con pagos a la UNE por 10 años

4,200

1,000

3,400

5,000

4

1250

45

112.5

17.0

7.3

146.2

160

0.275

6,433,501

El análisis asume un subsidio anual del orden de US\$3.4 millones por parte de la UNE y un ingreso por venta a cadenas minoristas del orden de US\$ 1 millón a fin de incorporar los costos de financiamiento.

### Indices de Rentabilidad

Período de Repago sin CREs	años	3.6
Período de Repago con CREs	años	3.2
TIR sin CREs	%	46.3
TIR con CREs	%	50.4

Bajo estos criterios el proyecto el período de repago de la inversión se estima en 3.6 años con un TIR superior al 40%. Al incorporar el beneficio de la venta de los CREs el período de repago se reduciría a 3.2 años mientras que el TIR superaría el 50%.

## ■ CONTACTOS

---

Contacto ejecutivo: Ing Roberto González Vale  
Ministerio :MINBAS -  
Dirección : Salvador Allende No 666, Ciudad  
Habana  
Cuba  
Teléfono : (537) 77-5161  
E-mail : vale@oc.minbas.cu

<b>PROYECTO</b>	<b>Desarrollo de una locomotora de vapor y la utilización de biomasa como combustible</b>
<b>MITRANS</b>	

**DESCRIPCIÓN DEL PROYECTO Y SITUACIÓN ACTUAL**

La flota existente de locomotoras en Cuba ha llegado al final de su vida útil. Actualmente, se cuenta con unas 1.000 locomotoras que requieren su pronta reposición a costos prohibitivos. De este parque de locomotoras aproximadamente 250 corresponden a locomotoras de vapor con tecnología totalmente obsoleta. El resto son locomotoras más modernas pero insostenibles en su operación y mantenimiento por carencia de fondos para adquirir recambios y el propio combustible diesel que utilizan. Sólo para los ferrocarriles públicos serán necesarios US\$50 millones para sostener 140 locomotoras diesel en operaciones hasta el 2005.

Este proyecto tiene como resultado final el desarrollo de un prototipo de locomotora de vapor de nueva generación, alimentada con biomasa debidamente procesada y compactada para permitir una autonomía de hasta 300 Km. Las fuentes de biomasa pueden provenir de la industria azucarera y/o recursos forestales. El segundo ingrediente crítico, el agua, no presenta mayores problemas.

La investigación y el desarrollo de esta nueva tecnología data de 1992 cuando se realizaron los primeros estudios. A la fecha se han invertido US\$ 550.000 y \$800.000 mayormente utilizados para la contratación de una consultoría técnica con fondos del gobierno

cubano. Como resultado se consiguió restaurar una locomotora dada de baja con parte de las modificaciones propuestas.

Dicha locomotora lleva 3 años funcionando con fuel oil a modo de verificar el resultado de las innovaciones termodinámicas y mecánicas propuestas. El resultado de estas modificaciones fue enteramente satisfactorio alcanzando las metas esperadas respecto de la mejora en la eficiencia energética y el consabido ahorro de combustible.

En el año 2000 CETRA realizó un estudio conjunto con el Gestor de Infraestructura Ferroviaria (GIF) de España sobre la posible utilización de locomotoras de vapor de nueva generación para la construcción, mantenimiento y servicios de auxilio en túneles de ferrocarriles de alta velocidad. Específicamente, se incorporó la presencia de un reservorio de vapor adicional a fin de disponer de mayor autonomía en el servicio dentro de túneles evitando así la contaminación del personal de mantenimiento por emisiones tóxicas de escape.

Este mismo diseño de caldera podría aplicarse a la producción de energía eléctrica para generación independiente para soluciones locales o rurales.

El beneficio principal de este tipo de tecnología es el bajo costo del combustible requerido para su operación que se estima en una

décima parte del combustible fósil equivalente y el bajo costo de mantenimiento en comparación con las locomotoras diesel sin contar el beneficio ecológico de reducción de GEI.

El procesamiento y compactación de la paja de caña para alimentar las primeras locomotoras de nueva generación puede lograrse con la rehabilitación de equipos existentes y fuera de uso a bajo costo. A futuro se prevería la instalación de plantas de procesamiento de biomasa más eficientes y el desarrollo de la logística correspondiente.

Actualmente, se está trabajando en la reconversión de su sistema de combustión para el uso de biomasa como combustible. Paralelamente se realizaron estudios para la adecuación de la posible biomasa a utilizar respecto de las alternativas de producción y logística de comercialización. Por último se está considerando la recuperación y modernización de locomotoras de vapor existentes.

La próxima etapa consiste en avanzar con el desarrollo de esta nueva tecnología mediante la construcción de un prototipo de locomotora de vapor de nueva generación alimentada con biomasa. Este prototipo tiene objeto demostrar los adelantos respecto del aprovechamiento termodinámico y mecánico de esta nueva tecnología con una máxima

automatización del proceso de operación.

#### ▪ UNIDAD EJECUTORA Y MARCO INSTITUCIONAL

---

La unidad ejecutora de este proyecto será el Centro de Investigaciones y Desarrollo del Transporte (CETRA), una entidad adscrita al Ministerio de Transporte (MITRANS), responsable por el desarrollo de la tecnología. CETRA posee más de 20 años de fundado, con un potencial técnico de más de 25 años de experiencia en el sector de transporte y carga y ha logrado su autofinanciamiento.

La Planta Mecánica de Santa Clara, entidad perteneciente al Ministerio de la Industria Sideromecánica (SIME), es una empresa de construcciones mecánicas y construcciones fabriles donde se fabricará el prototipo de esta nueva locomotora.

El Grupo Empresarial de Transporte Ferroviario del Ministerio del Azúcar (MINAZ) responsable por la administración del 65% de la red ferroviaria nacional y la Unión de Ferrocarriles de Cuba del MITRANS serían los principales clientes potenciales para esta nueva tecnología.

Dado que la implementación de estos proyectos se realiza por medio de inversiones financieras estrechamente vinculadas a la actividad medio ambiental y la transferencia de tecnologías, el trabajo de desarrollo de estos proyectos se realizará con la participación directa del Ministerio para la Inversión Extranjera y la Colaboración Económica (MINVEC), del Ministerio de Ciencia y Tecnología y Medio Ambiente (CITMA), y de los

organismos directamente implicados en los mismos. La promoción de los proyectos de dicha carpeta será la responsabilidad del MINVEC y con el apoyo técnico del CITMA.

La participación del MINVEC está dada por su carácter de Autoridad Pública encargada de la Coordinación de la Cooperación Internacional y su Ejecución (APCCI) mientras que el CITMA actúa como organismo rector de la Actividad de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente.

Por su parte, el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) entidad que apoya el fortalecimiento de las capacidades nacionales de desarrollo de este tipo de proyectos, participará activamente junto a las autoridades nacionales en su promoción en la comunidad internacional.

#### ▪ PRIORIDAD

---

El presente proyecto se viene ejecutando por CETRA desde el año 1992, con la aprobación y financiamiento del MITRANS, lo que evidencia el carácter prioritario del proyecto.

#### ▪ CARACTERÍSTICAS DE LA INVERSIÓN

---

El presente proyecto reviste una categoría de proyecto único, cuyo producto es un prototipo que una vez sometido a pruebas de rigor y aceptación generaría un proyecto de fabricación en serie del orden de 100 unidades en 10 años en función de las necesidades del país.

Por las características de este prototipo que se realizará a escala normal, se anticipa que una vez en operación podría ser utilizada con fines comerciales para la prestación

de servicios generando así un flujo de fondos genuino para el repago de su financiamiento. A efectos del análisis se asumió que la misma podría ser ofrecida bajo una estructura de leasing utilizando como referencia el costo de la tarifa local (US\$ 33 por hora) tarifa que incluye la provisión de tripulación y combustible con un potencial arrendamiento de 6000 horas/año.

Por las características de diseño seleccionadas la construcción y el mantenimiento de este tipo de locomotora puede lograrse en plantas mecánicas de baja complejidad tales como las que habitualmente en talleres de mantenimiento de instalaciones industriales generando una ventaja adicional frente a las locomotoras diesel tradicional que requieren talleres especializados.

Adicionalmente, se anticipa la generación de fondos derivados de la comercialización de los CREs.

#### ▪ POTENCIALES FUENTES DE FINANCIAMIENTO Y POSIBLES SOCIOS

---

El financiamiento de los costos locales correría por cuenta del MITRANS. Respecto de las necesidades de divisa, CETRA ha ya iniciado conversaciones con diversas entidades nacionales a fin de gestionar dichos fondos. Entre estas entidades se encuentran ONUDI, CITMA, Banco Financiero Internacional (BFI) y el MINVEC.

Paralelamente, se han establecido nexos preliminares con entidades extranjeras tales como SLM, AG de Suiza.

#### ▪ PARÁMETROS ECONÓMICOS

---

En la siguiente tabla se resumen los principales parámetros económicos del proyecto.

*Utilidad, Anual con CREs*

US\$/año

190,425

■ PRÓXIMA ETAPA Y MONTOS A FINANCIAR

**Entidad Ejecutora** CETRA

1/ utilidad anual estimada antes de intereses, impuestos y depreciación

**Parámetros de inversión**

Monto de la Inversión	US\$	450,000
Cronograma de obra		
- Año -1	%	80.0
- Año 0		20.0
Vida útil	años	25

**Ingresos anuales**

Tarifa de leasing	US\$/hora	32.0
Horas año de utilización	horas/año	6000.0
Ingresos por leasing	US\$/año	192,000

**Costo de Operativos**

Combustible & lubricantes	US\$/año	2,100
Costo de operación	US\$/año	40,000
Costo operativo anual	US\$/año	42,100
<b>Utilidad, Anual sin CREs</b>	US\$/año	189,900

**Parámetros GEI**

Reducción CO <sub>2</sub> equivalente estimada	Ton CO <sub>2</sub> /año	150
Valor CREs de referencia	US\$/ton CO <sub>2</sub>	5.0

**Aporte financiamiento**

CREs p.a.	US\$/año	750
-----------	----------	-----

**Indices de rentabilidad**

Periodo de Repago sin CREs	años	2.4
Periodo de Repago con CREs	años	2.4
TIR sin CREs	%	33.30
TIR con CREs	%	33.37

El período de repago de la inversión calculado sin incluir los beneficios del financiamiento aportado por la comercialización de CREs se estima en 2.4 años. Al incluir este beneficio el período de repago no se modifica debido al bajo impacto de los mismos. Por otro lado, la tasa interna de retorno (TIR) sin contar el efecto de los CREs se estima en 33.3%. La comercialización de los CREs no genera un beneficio incremental importante.

La próxima etapa consiste en avanzar con el desarrollo de esta nueva tecnología mediante la construcción de un prototipo de locomotora de vapor de nueva generación alimentada con biomasa. Este prototipo tiene objeto demostrar los adelantos respecto del aprovechamiento termodinámico y mecánico de esta nueva tecnología con una máxima automatización del proceso de operación.

■ CONTACTOS

Contacto ejecutivo: Francisco Pividal Grana  
 Posición : Investigador Titular  
 Ministerio : MITRANS/Grupo IT - CETRA  
 Dirección : Carretera del Asilo s/n, Finca Tiscornia, Casablanca, Regla, Ciudad de La Habana  
 Tel : (537) 862 3051/58 Ext : 268/269  
 E-mail : iitransp@transnet.cu