

# PROYECTO DE COGENERACIÓN:

residuos sólidos de palma en energía

## OIL PALM WASTE TO ENERGY GENERATION PROJECT

with Oil Palm Mill Solid Waste Biomass

### AUTOR



**Noel Wambeck**

Consultor  
Perunding Ame Sdn Bhd  
Malasia  
ame\_sv@streamyx.com

### Palabras CLAVE

Plantas de generación de energía, residuos sólidos de palma, esquema combinado de calor y energía, sistema de cogeneración (Cogen), biomasa, SREP.

Generation Project, with oil palm mill solid waste biomass, SREP, Oil palm waste to Energy (W2E), Biomass.

Traducido por Fedepalma.  
Versión original en inglés disponible en el Centro de Documentación de Fedepalma.

### RESUMEN

Es indispensable el uso de las fuentes de energía existentes, no solo para los grandes procesos industriales sino también para pequeñas plantas de producción, en especial, para las plantas de beneficio en las que se requiere el balance entre calor y energía para los procesos de producción, los cuales se convierten en una condición previa para un “esquema combinado de calor y energía”. También se le conoce como sistema de cogeneración (Cogen). El pequeño Proyecto de Planta de Generación de Energía (Biogén), a partir de la biomasa, surgió a raíz de la adopción de la Quinta política de combustible y del programa a pequeña escala de energía renovable (SREP, por su sigla en inglés) del PNUI/GEF (Fondo de Energía Global). El primer enfoque de SREP es el de facilitar la adopción rápida de pequeñas plantas de energía, a partir de fuentes renovables hasta de 10 Mwe, todas ellas conectadas a la red. La instalación, operación y manejo de las pequeñas plantas de generación de energía es solo una extensión de la actividad del productor con los recursos de la biomasa y la ingeniería proviene de la tecnología local. El objetivo de este trabajo es el de presentar y compartir la experiencia de una planta Biogén exitosa de 14 Mw, que trabaja con desechos y produce energía, instalada en Sabah (Malasia). La planta ha operado de manera continua desde el 17 de febrero de 2005 y ha sido calificada por Cogen 3, como la primera planta Biogén en el mundo, con la eficiencia más alta en cogeneración, a partir de los residuos de la palma de aceite.

### SUMMARY

Utilization of existing energy resources is indispensable not only for large industrial processes but also for small production plant and in particular, oil palm mills where the balance between heat and power are required for production process which are pre-condition for a “combined heat and power (CHP) scheme.” Or commonly referred to as CO-Generation System (Cogen). With the event of the Fifth fuel policy and after the UNDP / GEF with the small renewable energy power programme (SREP) in place; the small RE Biomass Power Generation Plant (Biogen) Project emerged. SREP’s primary

focus will be to facilitate the expeditious implementation of grid-connected renewable energy resource-based small power plants up to 10 Mwe. The establishment, operation and management of the small RE power generation plant is only but an extension to the planters' activity with biomass resources and the engineering is provided from locally grown technology. In this paper we wish to present and share with you, how a successfully implemented and commercially operated 14 MW Waste to Energy Biogen plant, installed in Sabah, Malaysia has operated continuously since 17<sup>th</sup> February 2005 and has been rated by Cogen 3 as the World First! Biogen Plant with the highest cogeneration efficiency from palm oil residues.



## DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DEL PROYECTO

La actividad del proyecto consiste en instalar una planta de generación de energía a partir de biomasa, o Planta Biogén W2E, junto a la planta de beneficio existente, utilizando biomasa de desechos para generar energía y además, para exportar electricidad a la red.

Con esto se reducirá la dependencia del sistema de redes en recursos de combustibles fósiles y se disminuirán también las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI).

Del proceso de extracción en una planta de beneficio se generan tres tipos de biomasa de desechos: fibra, cascarilla y racimos vacíos de fruta (EFB, por sus siglas en inglés). Hoy día la fibra y la cascarilla se emplean en la producción de energía y vapor en la planta de beneficio, pero los racimos vacíos se incineran o se dispone de ellos como cobertura orgánica.

El proceso existente en la planta extractora se basa en una caldera de vapor de baja eficiencia y un alternador de contrapresión de una etapa impulsado por vapor.

Mientras que en la planta Biogén W2E, la biomasa puede convertirse en electricidad y vapor útiles, que no solo surtirán a la planta de beneficio y a otros procesos aguas abajo en un complejo integrado como una refinería, planta trituradora de almendra, sino también para exportar el exceso de electricidad a la red distribuidora de energía.

La planta podrá utilizar el exceso de biomasa de desechos sólidos del proceso de extracción, lo cual contribuirá con recursos adicionales al venderle energía a

la red nacional en el programa SREP y créditos de carbono en el mecanismo de desarrollo limpio (MDL y CDM, por su sigla en inglés), según se plantea en el Artículo 12 del programa del Protocolo de Kyoto.

El MDL es un mecanismo basado en proyectos que permite a entidades públicas o privadas invertir en actividades de mitigación de los gases de efecto invernadero (GEI), en países en vía de desarrollo que reciben créditos de carbono, los cuales pueden aplicar contra sus propias emisiones de GEI o venderlas en el mercado.

Además de reducir las emisiones, los proyectos MDL contribuyen con el desarrollo sostenible del país anfitrión.

El proyecto MDL no se limita a la exportación de electricidad a la red de distribución eléctrica, donde la generación de electricidad neutra en CO<sub>2</sub> reemplazará a la generación de electricidad en la red altamente dependiente en combustibles fósiles convencional y, por tanto reducir las emisiones de GEI en el sistema de red eléctrico, sino también a la conversión de desechos sólidos mezclados con efluentes líquidos con alto contenido orgánico (Pome) para la producción de abono.

Se observa también que otra corriente de desechos de la planta de beneficio que califica para el MDL es el efluente o Pome, el cual genera metano como combustible cuando es tratado en una planta de biogás. Sin embargo, este proceso ya se está implementando en plantas de beneficio en Malasia y se explicará más adelante.

A TNB/SESB (Empresa Nacional de Energía) se le suministrará energía bajo un contrato renovable de compra de energía a 21 años (Reppa, por sus siglas en inglés).



Algunos datos clave del proyecto se describen en la Tabla 1.

El proyecto forma parte del pequeño programa de energía renovable del gobierno de Malasia, que consiste en facilitar el desarrollo de la generación de electricidad en plantas de energía renovable de pequeña escala. Este programa permite exportar 10 Mw de electricidad a la red.

## DESARROLLO SOSTENIDO

El gobierno de Malasia formuló un conjunto de criterios de desarrollo sostenible para las actividades de proyectos MDL dentro del sector eléctrico, a saber:

- El proyecto ha recibido repuesta positiva de la autoridad nacional designada en Malasia, acerca de su cumplimiento con los criterios nacionales para el MDL
- El proyecto contribuirá con el uso de fuentes de energía renovable sostenibles en el sistema de generación eléctrica y será parte de la política del país de desarrollo de la energía renovable como un quinto combustible.

## SOSTENIBILIDAD AMBIENTAL

El proyecto tendrá un impacto positivo en el ambiente al reducir la generación de energía, a partir de combustibles fósiles y llevará al sector de la generación eléctrica a una sostenibilidad aumentada.

Más aún, la planta de energía estará dotada con tecnologías de alta eficiencia para reducir el consumo de combustible por producción por unidad, lo que aumentará la eficiencia de la combustión.

Se instalarán equipos de control de la contaminación para garantizar el mínimo de emisiones de particulados, entre otros aspectos, de la planta.

El proyecto también reducirá la disposición y la incineración de desechos en la planta de beneficio

**Tabla 1.** Información del proyecto MDL

Proyecto	Planta Biogén de Energía TSH
Lugar	Kunak, Sabah (Malasia)
Área de terreno requerida	5 ha (50,000 m <sup>2</sup> )
Programación del proyecto	20 meses de operación comercial
Capacidad de generación eléctrica	14 Mwe
Carga planta de energía de biomasa	1,2 Mwe
Demanda de energía planta beneficio	0,8 Mwe
Capacidad exportación energía	10 Mwe
Exportación anual mínima al sistema de red	77.088 Mwh
Consumo anual de biomasa	272.000 toneladas de racimos vacíos, fibra y cascarilla
Condiciones de operación	8.000 horas continuas por año

y incrementará la autosuficiencia del suministro eléctrico.

## SOSTENIBILIDAD SOCIAL

El proyecto Biogén es más eficiente que las plantas Cogen existentes en la planta de beneficio y de menor intensidad en mano de obra por unidad producida.

Sin embargo, la planta Biogén es mucho más grande que la de Cogen existente en la planta de beneficio, con aumento del número de horas de operación, ya que está diseñada para exportar electricidad las 24 horas del día y para operación continua durante ocho mil horas al año, por lo que se espera que aumente el número total de personal.

Más aún, el proyecto demandará personal más capacitado que en la planta Cogen existente en la planta de beneficio.

Parte de la fuerza laboral actual será capacitada para operar la nueva planta Biogén y se dará empleo también a personal nuevo.

## SOSTENIBILIDAD ECONÓMICA

El proyecto dará sostenibilidad económica, puesto que la fuente de combustible es un recurso autóctono sostenible, lo cual reduce las importaciones de combustible y el efecto negativo sobre la inversión en moneda extranjera.

El proyecto asimismo tendrá un impacto positivo sobre el desempeño económico de la planta de beneficio, por cuanto su producción de energía será más confiable y eficiente, lo que en general permitirá una producción de aceite de palma crudo más confiable.

## ESCENARIO ADICIONAL AL CURSO NORMAL DE LOS NEGOCIOS

Se trata de un proyecto adicional a un escenario de negocios en curso normal, al ser una de las primeras plantas de cogeneración que quema racimos vacíos de fruta para suministrar electricidad al sistema de red de Sabah.

El escenario curso normal de los negocios en el sector de la generación de energía es el de quemar con gas y carbón, al igual que unidades que queman aceite, lo que se espera continúe en el futuro.

El curso normal de los negocios para nuevas plantas de beneficio sigue siendo el de instalar una planta de cogeneración de biomasa para producir vapor y energía para uso propio de la extractora y *no* para la exportación de electricidad.

Por ende, el proyecto es complementario al escenario del curso normal de los negocios para el desarrollo del sector de la generación de energía y la industria de la palma de aceite.

## LÍMITES PARA LAS ACTIVIDADES DEL PROYECTO

El lugar físico es la planta de bioenergía en sí, incluyendo los sistemas de tratamiento y alimentación de combustible, de calderas y de turbinas de vapor y de generación.

La primera interfaz del límite del proyecto se da en el sistema de alimentación de combustible, así que se excluye el sistema de almacenamiento de combustible.

Otra interfaz es la disposición de ceniza y aguas residuales.

La tercera interfaz es el punto de conexión a la red eléctrica, en el que se exporta la electricidad al sistema de la red, lo cual constituye el límite de base.

El concepto de un complejo integrado de palma de aceite puede realizarse como se muestra en la Figura 1.

El sitio propuesto en un terreno de aproximadamente 5 has (50.000 m<sup>2</sup>), es adecuado para: la construcción de la planta Biogén propuesta, la ampliación de la planta de beneficio, la planta de trituration de almendra y el complejo de procesamiento de biodiésel, en términos de logística, disponibilidad de combustible, cercanía al cliente de la energía y a la subestación TNB, así como los requerimientos de mano de obra y operaciones.

La planta de beneficio se está ampliando por fases hasta la capacidad final de 90 mt FFB/hr, lo que provee una capacidad equilibrada para el suministro de biomasa y combustible biogás requeridos, para la operación de la planta Biogén propuesta.

La planta de beneficio Kunak integrará la más avanzada tecnología, incluyendo un sistema de esterilización vertical, para un proceso eficiente.

## PROCESO DE GENERACIÓN DE ENERGÍA

El proceso comienza con la recepción de los racimos vacíos de fruta (EFB) de la planta de beneficio, que pasan por una prensa sencilla donde son prensados y se les retira el agua antes de pasar al secador KDS, en los que el contenido de humedad se reduce a aproximadamente en 40% de la biomasa.

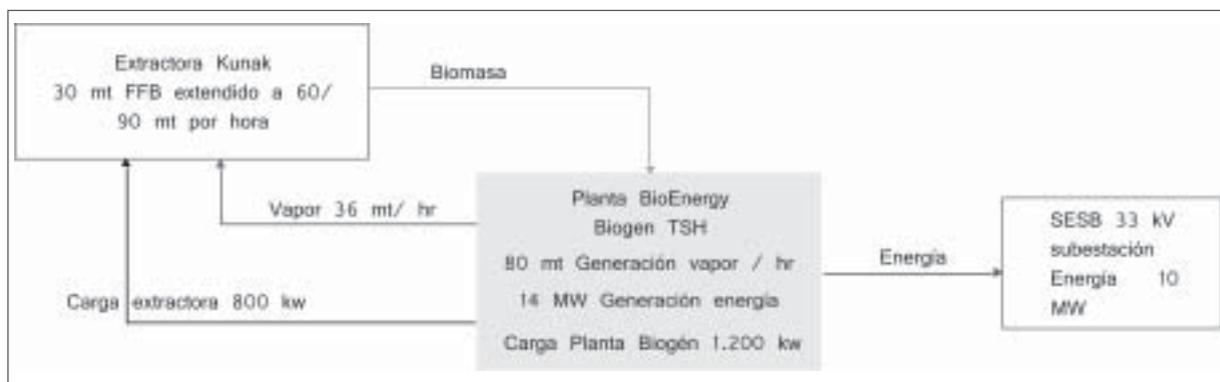


Figura 1. Complejo integrado de aceite.



La biomasa (EFB) propia o de otras fuentes se alimenta directamente al alimentador de combustible automático, o bien a la tolva de piso ambulante, mediante el sistema de banda transportadora hacia el dispositivo de quema de combustible de la caldera.

Las calderas de biomasa producen vapor a una tasa de 80.000 Kg por hora a 60 bar g de presión y temperatura de 405 °C, supercalefacción.

Primero, se expande en turbinas de vapor de extracción en fases múltiples, a través de una serie de turbo ruedas y después es llevado al múltiple de escape y hacia el condensador atmosférico.

La energía liberada durante la expansión del vapor convierte la turbina en energía mecánica para impulsar un alternador.

La torre de enfriamiento provee el circuito cerrado de agua de enfriamiento para el sistema de condensación.

La operación de la planta es automatizada y monitoreada por supervisores, los que se encuentran en el cuarto de mando computarizado de la planta.

La energía de 11 Kv generada por el turboalternador se alimenta al transformador elevador de 33 Kv HT, mediante cables alimentadores subterráneos ubicados en la sala de dispositivos de control de HT en la planta, en vez de a las líneas de energía de 33 Kv aéreas hacia la subestación SESB.

Las facilidades de comunicación y medición se transmiten por cables separados entre la central eléctrica de TSH y la subestación SESB, ubicada a aproximadamente 5 kilómetros de distancia en Kalumpang. La factibilidad comercial, el diseño amigable con el medio ambiente y la operación conforme a buenos estándares de plantas de energía, son las consideraciones de diseño que tienen en cuenta los ingenieros locales.

## INVERSIÓN

Se requiere de un capital de inversión de aproximadamente RM 60 millones ó 15.78 millones de dólares (cerca de RM 4.285 por kWe o 1.127 dólares por kWe) para una planta de Biogen de 14 Mwe.

## CRONOGRAMA DEL PROYECTO

El cronograma de terminación de la planta de Biogén se programó a 20 meses.

La programación tentativa de implementación se resume de la siguiente manera:

- Dos meses: entrega de licencias y permisos por parte de las autoridades (por ejemplo, DOE, EC, Mida)
- Dos meses: ingeniería detallada y licitación
- Dos meses: cierre financiero
- Un mes meses: preparación del lugar
- Once meses: construcción e instalación
- Dos meses: alistamiento y operación comercial

La planeación, el diseño y las autorizaciones se harán en forma paralela a la implementación del proyecto.

## DECLARACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL

Encaja dentro del esquema general de manejo ambiental del pequeño programa de energía renovable, SREP propuesto.

La declaración de impacto ambiental (EIS, por su sigla en inglés) contendrá una evaluación sobre los posibles impactos que el proyecto pueda tener sobre el medio ambiente y las medidas propuestas para prevenir, reducir o controlar el impacto adverso sobre éste.

Puede compararse con técnicas similares que se han diseñado para la planeación técnica y económica de proyectos de plantas de beneficio.

La planta y el proceso serán amigables con el medio ambiente y se abordarán los requerimientos de la ley de control ambiental conforme a los estándares establecidos por el DOE.

## FACTORES A CONSIDERAR PARA EL PROYECTO

Los diseños iniciales del complejo del proyecto propuesto, deben incorporar instalaciones adecuadas para albergar la recepción y la preparación del combustible, almacenamiento, sistema de alimentación de combus-

tible, caldera, turbina, tratamiento de agua, sistema de enfriamiento por condensación y accesorios.

La planta se diseñará considerando e incorporando la más reciente tecnología disponible en la industria, incluyendo el monitoreo y control central para facilitar la operación.

Se diseñarán los equipos, planta y sistemas de proceso para que tengan alta eficiencia, calidad y optimización de la operación a ocho mil horas por año.

También se tendrán en consideración y se incorporarán aspectos de seguridad en cumplimiento con Osha, tales como proveer buena ventilación, espacios de trabajo, libre de polvo y niveles de control de ruido dentro de los límites permitidos.

Se asegurará la consideración y la incorporación de procedimientos de operación, equipos, planta y sistemas de proceso que cumplan con los estándares ecológicos, higiénicos y de limpieza de planta, que estén acorde con los buenos estándares de manufactura en plantas industriales.

La planta se diseñará para que sea efectiva en cuanto a costos, operación y mantenimiento.

## BENEFICIOS DEL PROYECTO

- Proyecto viable en términos comerciales e ingresos asegurados por 21 años
- Apoyo gubernamental con incentivos tributarios

- Integración estratégica de la ubicación de la planta de beneficio, la planta Biogén y la distribución de la energía producida
- Disposición eficiente de la biomasa de desechos sólidos (EFB)
- Mejoramiento del desempeño de gestión ambiental – menor contaminación
- Creación de nuevas oportunidades de trabajo
- Reducción en los costos generales de la operación
- Derivación de industrias que proveerán 2 millones de dólares a la economía local anualmente
- Prospecto de venta de los créditos de carbono (CER) y valor agregado para el proyecto
- Ahorro de al menos 50.000 toneladas anuales en emisiones de dióxido de carbono (al no quemar combustibles sólidos)
- Menos peso sobre el gobierno para la inversión en la generación de energía
- Tecnología local con el potencial de exportar el *know-how*.

En resumen, el proyecto es viable en términos comerciales con prospectos de crecimiento sostenible de la empresa. Es una estrategia a largo plazo de mantenerse en el negocio, con énfasis en la protección del medio ambiente para el mejoramiento de la empresa, la industria y el interés nacional.