

Efecto de la cogeneración en la huella de carbono

Effect of Cogeneration on the Carbon Footprint

CITACIÓN: Silva-Imbachi W. A. (2019). Efecto de la cogeneración en la huella de carbono. *Palmas*, 40(4), 114-125.

PALABRAS CLAVE: emisiones, gases efecto invernadero, certificado de reducción de emisiones, huella de carbono, economía circular, sostenibilidad.

KEYWORDS: Emissions, greenhouse gases emission, reduction certificate, carbon footprint, recycling economy, sustainability.

WILLIAM ARCESIO SILVA IMBACHI.
Director de Procesos Agroindustriales
Entrepalmas S. A. S.

Resumen

Cada año realizamos proyección de inversiones ambientales en la búsqueda del cumplimiento de normativas de este tipo, hacemos la presentación de los planes a la alta dirección de la compañía, pero las inversiones necesarias para mitigar las afectaciones que estamos generando por emisiones de dióxido de carbono (CO₂ equivalente) se transforman en altos costos y tiempos de retorno muy largos, por lo que terminamos por no ejecutarlas.

Queremos con este trabajo dar a conocer por medio de mediciones sencillas donde se está generando las emisiones de dióxido de carbono equivalentes (CO₂ eq.) de la planta extractora de Entrepalmas, estableciendo los beneficios económicos que podemos generar al controlarlos, esto con el fin de ser tenidos en cuenta en las evacuaciones económicas de los proyectos ambientales, cerrando la brecha como una economía circular sustentable.

En el año 2017, buscando disminuir el costo de producción por consumo de diésel, la compañía autorizó trabajar, en este sentido, utilizando el sistema de producción de biogás. Por eso se planteó un proyecto de auto-generación de energía con una propuesta llave, de la mano de una empresa especializada en la comercialización y venta de energía, donde Entrepalmas compraba la energía producida, con la instalación de un generador con biogás a un menor costo que el de diésel.

Al no afectar el presupuesto proyectado de crecimiento de la compañía, se hicieron las inversiones necesarias en la planta extractora para poder lograr las certificaciones en estándares internacionales como la Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC) (*Plus*) con segregación blanda y certificación en RSPO IP.

Abstract

Every year we calculate projections of environmental investments to determine compliance with environmental regulations. We present these results to senior management of the company, but the necessary investments to mitigate carbon dioxide emissions (and CO₂ equivalent) require high investment costs and very long returns on investment so these strategies are typically not implemented.

However we believe that through simple measurements of CO₂ eq. emissions generated by the Entrepalmas extraction plant, we can establish the economic benefits of controlling them. The calculations will also determine the value of monetizing waste streams, closing the loop for a sustainable circular economy model.

In 2017, seeking to reduce the cost of production for diesel consumption, the company authorized work using a biogas production system. A biogas power generation project moved forward with Entrepalmas, who buys the energy at a lower cost than diesel.

By not affecting the projected growth budget of the company, it allowed for the necessary investments in the extraction plant and also received achieve certifications in international standards such as ISCC (Plus) with soft segregation and certification in IP RSPO.

Introducción

En este artículo vamos a describir los proyectos desarrollados en Entrepalmas S. A. S., que nos están permitiendo una reducción en la huella de carbono del proceso productivo y la posibilidad de generar nuevos negocios sustentables con los coproductos del proceso de extracción de aceite de palma crudo.

Para esto es muy importante realizar las mediciones de las variables necesarias para la trazabilidad, y así obtener bonos de carbono por reducción de emisiones

de carbono (CER), proyecto sombrilla Fedepalma, con el carpado de lagunas con quema del metano CH₄ en Tasa de extracción de aceite de palma (TEA).

También la descripción de los compromisos adquiridos en el proyecto de generación de energía renovable, partiendo de un proceso de biogás instalado, con el fin de cambiar combustible fósil utilizado en la generación de energía para la extracción de aceite de palma crudo, donde el socio estratégico realiza las inversiones y Entrepalmas compra la energía generada con el biogás del proceso.

De igual forma se hará la descripción de la importancia de la reducción de emisiones en la planta de beneficio para lograr bonificación en la certificación ISCC (Plus), a través de la disminución de las emisiones de gases efecto invernadero (GEI), por el control de emisiones realizado con el carpado de lagunas en planta extractora, además de generar credibilidad frente a certificaciones internacionales, como RSPO y corporaciones locales ambientales.

Huella de carbono de la planta extractora

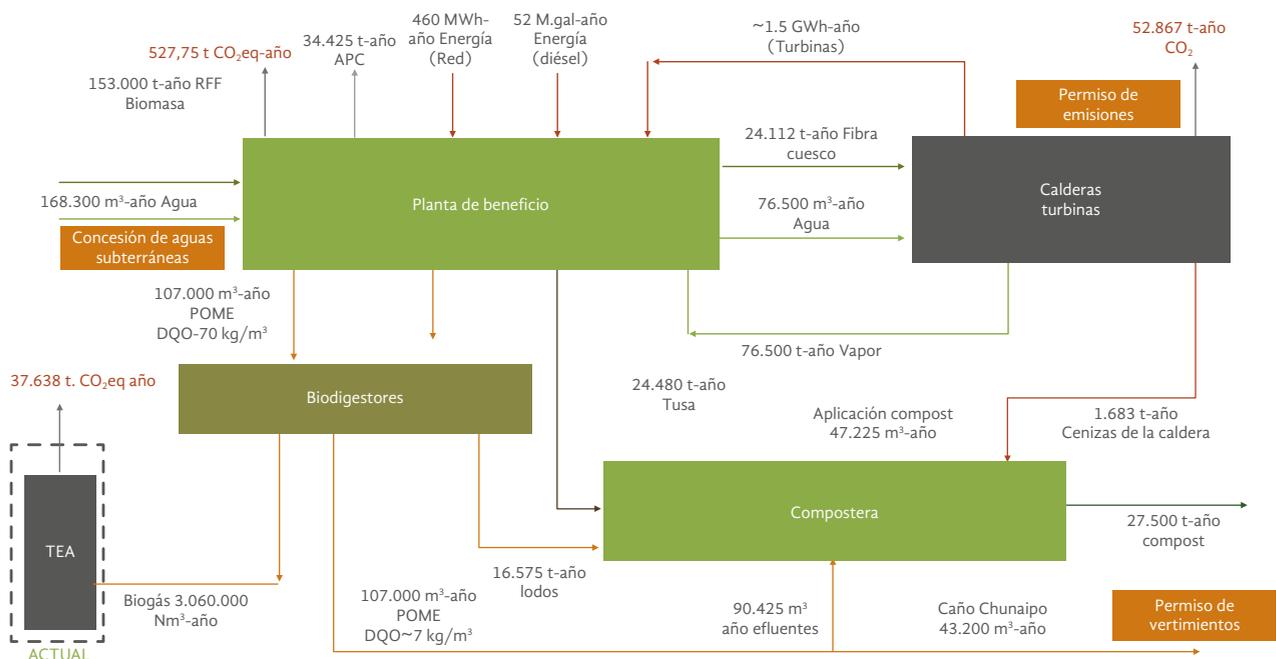
En ella se debe realizar el balance del proceso (Figura 1). A la planta ingresa la fruta para ser transformada en aceite crudo, y el agua para la transformación del proceso de extracción de aceite crudo y para la alimentación de las calderas. De ahí salen residuos como fibras y cáscaras para la generación de vapor, en unas calderas que producen vapor sobrecalentado necesario para generar energía renovable en una turbina de contrapresión. En este proceso se generan emisiones de material particulado, produc-

to de la combustión de las fibras y de las calderas, produciendo dióxido de carbono (CO_2 eq.) que se libera a la atmósfera, mientras que el vapor de baja presión pasa al proceso, a través de un distribuidor. Los efluentes que salen de la clarificación contienen carga orgánica, que se trata en unas lagunas carpadas, y se transforma en biogás que tiene como componente el metano CH_4 .

El aprovechamiento actual del biogás es mediante quema directa en TEA abierta, cuyo principal producto luego de la combustión es la emisión de CO_2 (g). El lixiviado que sale de los biodigestores es utilizado posteriormente en la producción de compost y los excedentes son desechados como vertimientos. Entrepalmas utiliza como fuente de producción de energía plantas eléctricas con diésel para la operación de la planta extractora, convirtiéndose en otra fuente de emisiones de dióxido de carbono (CO_2 eq.).

Podemos decir que las fuentes de emisiones que están generando la huella de carbono son las de las chimeneas de las calderas, las emisiones de la planta diésel y la quema en TEA abierta de biogás (Figura 2).

Figura 1. Diagrama de balance de emisiones de proceso de extracción de aceite de palma crudo



Entrepalmas está en camino de instalación del generador de energía con biogás, con el fin de dejar de usar plantas eléctricas con diésel para el proceso. Vamos a mostrar las estimaciones de disminución de emisiones de dióxido de carbono (CO₂ eq. año) con la

puesta en marcha de este nuevo proyecto. Utilizar la planta eléctrica diésel solo para emergencias en el proceso productivo, hace que su incidencia en la huella de carbono sea muy alta, pues nos da una tonelada de CO₂ equivalente al año (Tabla 1).

Figura 2. Fuentes que generan huella de carbono en la planta extractora

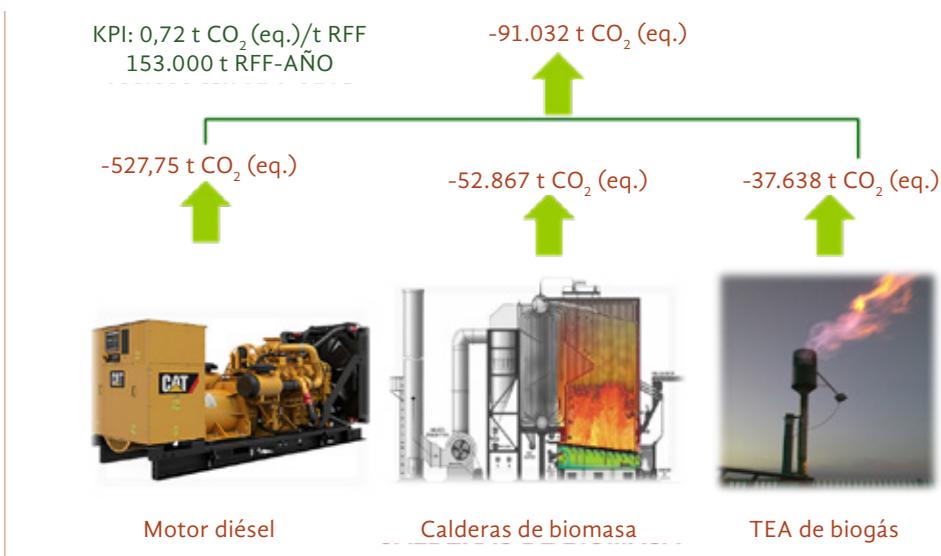


Tabla 1. Cálculo de reducción de emisiones de dióxido de carbono (CO₂ eq. año) planta eléctrica diésel.

Emisiones estimadas sin diésel para energía		
Energía turbina	1,50	GWh-año
Energía biogás	1,60	GWh-año
Energía Red	-	GWh-año
Total	3,10	GWh-año
% fallo	5,00	%
Energía fallo	0,15	GWh-año
Potencia motor diésel	700,00	kWe
Eficiencia diésel	35,00	%
Tiempo operación diésel	221,14	horas
Combustible diésel	2.000,00	kWterimocs
LHV diésel	37,89	kWh/gal
Galones diésel	52,78	Galones diésel
Emisiones	0,54	t CO₂ eq.
Redondeado de emisiones	1	t CO ₂ eq.

Al empezar a operar el generador de energía con biogás, pasaremos de quema de biogás en TEA a la transformación de este en energía eléctrica, lo que disminuirá la huella de carbono en 5.679 t de CO₂, equivalente año (Figura 3).

Para la planta extractora se convierte en un indicador de gestión conocer el valor de huella de carbono que está generando. Se hacen necesarios los controles actuales y los controles futuros para disminuir y demostrar la efectividad de reducción de emisiones en el proceso de extracción de aceite crudo.

Podemos entonces relacionar las cantidades de dióxido de carbono equivalentes año con las cantidades de fruta procesada año, y obtener el Indicador de Gestión (KPI), el cual nos mostrará la huella de carbono que estamos generando en la planta extractora. Lo que nos pone a pensar en la venta de bonos de carbono, de acuerdo con el Decreto 926 del año 2017, donde se reglamenta el impuesto nacional al carbono y donde se puede beneficiar a la empresa por venta de Certificados de Reducción de Emisiones, cuantificada en toneladas de dióxido de carbono equivalente (Figura 4).

Figura 3. Disminución de la generación de emisiones de dióxido de carbono para la planta extractora, pasando de la generación de energía eléctrica con diésel a la generación de energía eléctrica con biogás

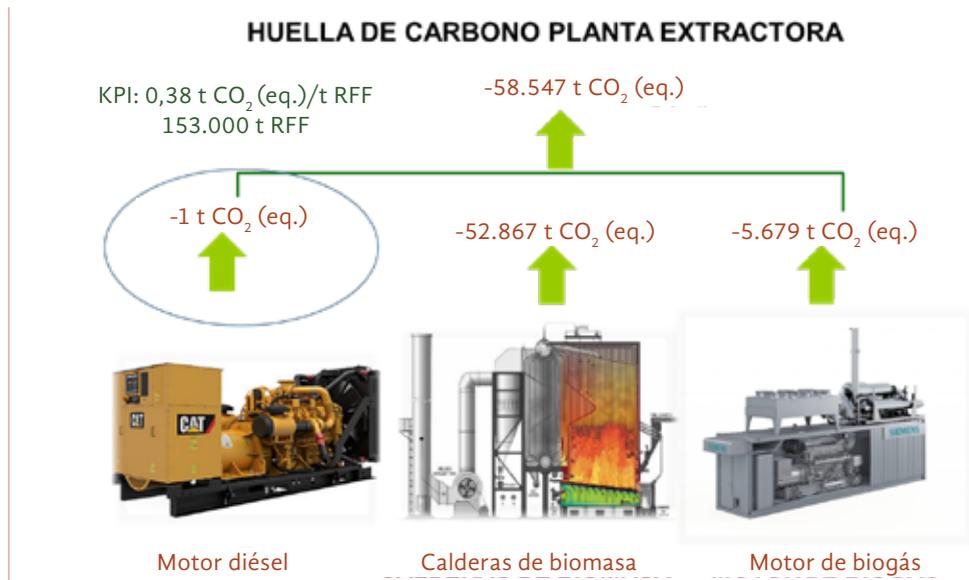
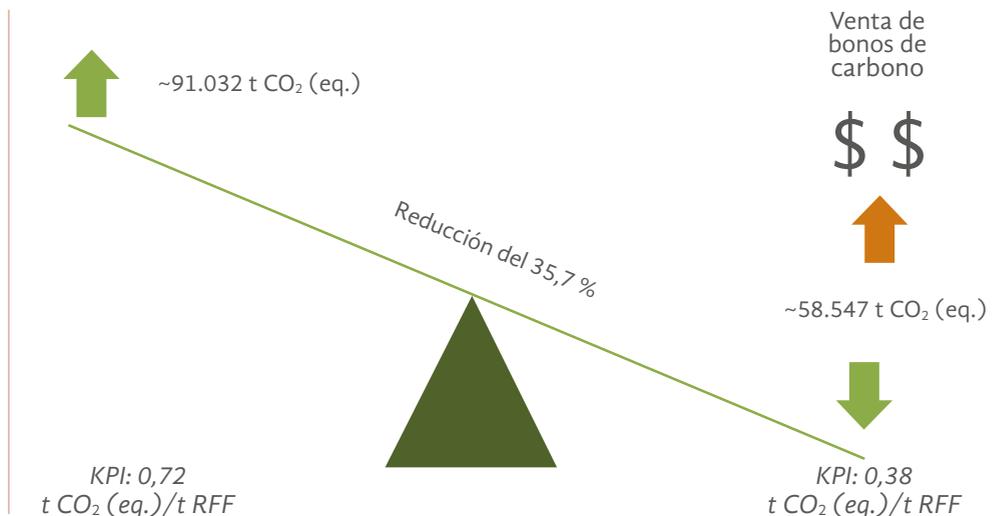


Figura 4. Impacto en el indicador de gestión relacionado con la emisión de dióxido de carbono por la disminución de emisiones, y la posibilidad de ingresos económicos por la reducción de emisiones



Bonos de carbono

Es importante entender cuáles fueron los beneficios de los bonos de carbono. Para ello vale la pena tener en cuenta que en Colombia, para el Decreto 926 de 2017, ya nació el impuesto nacional al carbono que empezó con un valor \$ 15.000/t CO₂ (eq.), y para el año 2019 ya estaba en \$ 16.422.



También es necesario saber que el Mecanismo de Desarrollo Limpio (MDL) apuntaba a la mitigación del metano CH₄ y al uso del metano para energía y cogeneración.

Teniendo en cuenta esto, se estableció cuál sería la variable de proceso, que para nosotros fue el KPI 0,126 toneladas de CO₂eq./t RFF.

Con esta información, también se establecieron las variables que influían:



- Porcentaje de metano.
- Eficiencia en la producción biogás.
- Control del DQO.
- Medición de los m³ de efluente que pasan por sistema.
- Diseño de los biodigestores.

Estimaciones de CER con un valor de 16.422 pesos

En cuanto a las cantidades de toneladas de dióxido de carbono quemadas en TEA desde el año 2013 hasta el 2017, si cuantificamos el control de estas emisiones por

el valor del bono, a precio del año 2019, tendríamos un ingreso promedio estimado de \$ 392.466.093 millones/año (Tabla 2).

Cogeneración de energía eléctrica con biogás

Aquí la pregunta es, ¿invertir en la implementación del proyecto o en CAPEX planta extractora? Se necesitan establecer y ejecutar las acciones necesarias para atraer personas dispuestas a invertir en la operación de un sistema de cogeneración de energía eléctrica utilizando biogás, la cual será usada por la planta extractora y con venta de excedentes de energía.

Antecedentes

El 12 % de los costos totales operativos corresponden a los del diésel consumido en el motor generador y a los costos por facturación del kWh aportados por el operador de red. El gerenciamiento de potencia para atender las distintas cargas de la planta es administrado desde un cuarto de control de motores (CCM) con una operación manual (Figura 4).

El menor valor de energía que es el de la turbina no es suficiente para cubrir las necesidades de operación de la planta extractora. Con la compañía Celsia se realizó el estudio necesario para desarrollar el proyecto y para que fuera rentable económicamente para las dos empresas. En la selección del equipo de generación se realizó el balance de cargas, además se proyectó el tiempo de uso del equipo en alta cosecha y baja cosecha, dimensionando el tamaño de la infraestructura a instalar. El objetivo era garantizar el consumo de energía con biogás de manera permanente, y el mayor aprovechamiento de la cogeneración con turbina de contrapresión. Estas variables se observan en la Tabla 3.

Tabla 2. Acumulación de toneladas de dióxido de carbono generadas desde el año 2013 (inicio del proyecto) hasta el año 2017.

Año	2013	2014	2015	2016	2017	Total
CER: t CO ₂ eq.-año	30.947	35.363	20.875	14.430	17.880	119.494

Figura 4. Escenario actual distribución de energía planta Entrepalmas S. A. S.

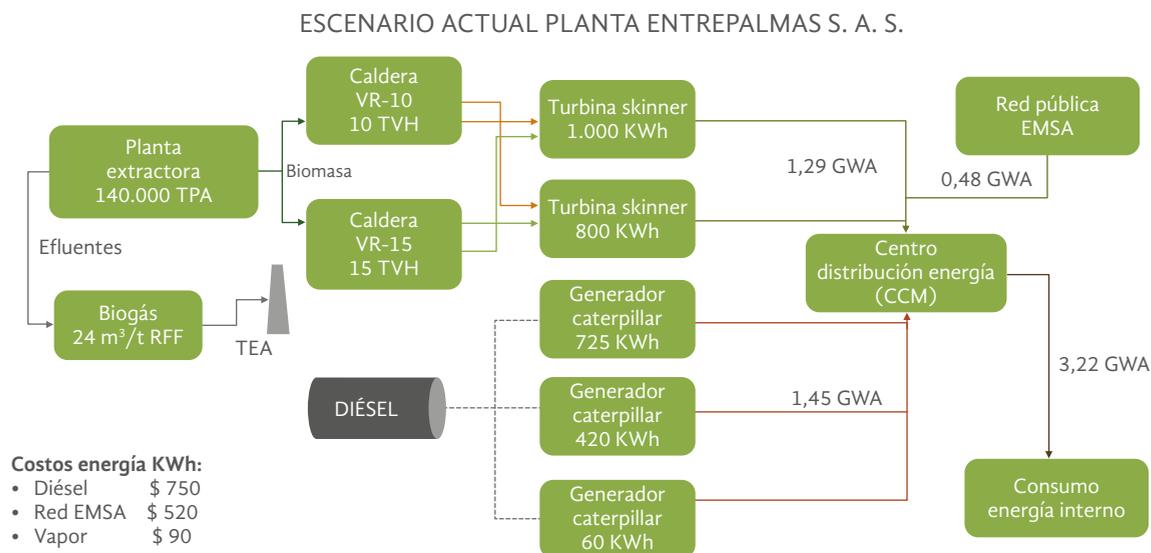


Tabla 3. Distribución de responsabilidades para la ejecución del proyecto de cogeneración de energía con biogás Celsia y Entrepalmas.

Equipo	Función	Suministra	Construcción remodelación	Operación	Mantenimiento	Contingencia
Biodigestor	Producir biogás	Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas
Sistema de filtro	Remoción de H ₂ S <20 ppm	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Torre empacada		Entrepalmas	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Filtro biológico		Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Carbón activado		Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Secador-biogás		Deshumidificación del biogás	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Sistema de TEA		Entrepalmas	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Tubería	Transporte del biogás	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Instrumentación control		Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Instrumentación nueva	Medición de variables de proceso	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Instrumentación existente		Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas	Entrepalmas
Motor/generador	Generar energía eléctrica	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Subestación	Suministro de energía	Celsia	Celsia	Entrepalmas	Celsia	Celsia Entrepalmas
Transformador		Celsia	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia
Líneas eléctricas		Celsia	Celsia	Entrepalmas	Celsia	Celsia
Frontera comercial	Medición de energía	Entrepalmas	Celsia	Celsia	Celsia	Celsia

Objetivo del contrato

Con el contrato Celsia garantizaba el suministro de energía eléctrica a Entrepalmas en el sitio de entrada a cambio del pago del valor del suministro, buscando el escenario más apto para que el proyecto se realizara en las mejores condiciones económicas para las dos partes.

Entrepalmas como conecedor, se enfocó en la operación del sistema actual de generación de biogás, y Celsia, por su experiencia en la comercialización y venta de energía, se encargó del diseño del dimensionamiento de los equipos necesarios para generar energía con biogás, ejecución y comercialización de la energía eléctrica generada (Figura 5).

En resumen, la responsabilidad de operación del sistema de generación de energía eléctrica con biogás es de Entrepalmas y Celsia. Mientras que Celsia

realiza la operación del sistema de generación y su respectivo mantenimiento.

Es así como Entrepalmas debe garantizar el consumo de energía acordado con el proveedor de Celsia. Esto se hace a través de la implementación del gerenciamento de potencia en el cuarto de control de motores, instalando tableros nuevos con un solo barraje de distribución de energía y un sistema de sincronismo que permite utilizar la que se quiera consumir en el proceso. Lo que se maneja es principalmente energía eléctrica con turbina de contrapresión, generador de energía con biogás, plantas eléctricas diésel como emergencia y uso de la red pública para consumo o venta de energía (Figura 6).

Podemos ver en operación el sistema de sincronismo de fuentes de generación de energía trabajando de forma automática. Además, la instalación y puesta en marcha del transformador de red pública para poder exportar energía para venta (Figura 7).

Figura 5. Responsabilidad de operación del sistema de generación de energía eléctrica con biogás de Entrepalmas y Celsia

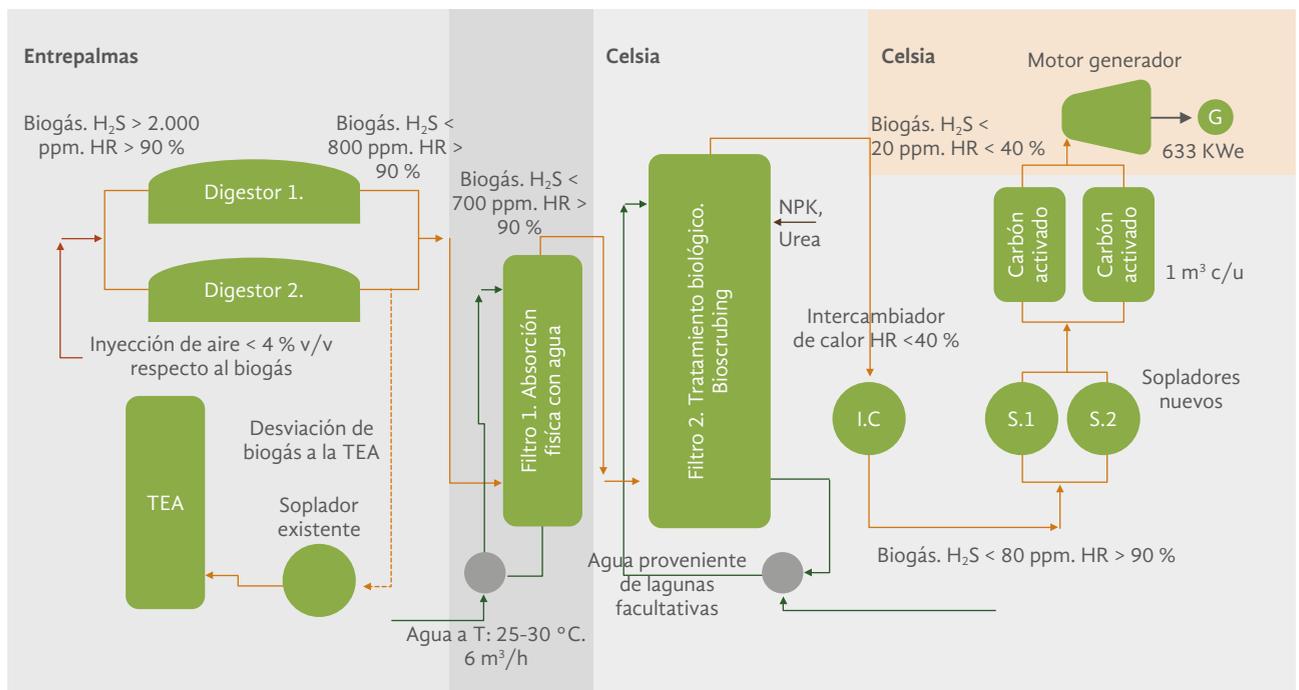


Figura 6. Distribución de cargas generadas por equipos en sincronismo para ser utilizados en el proceso productivo

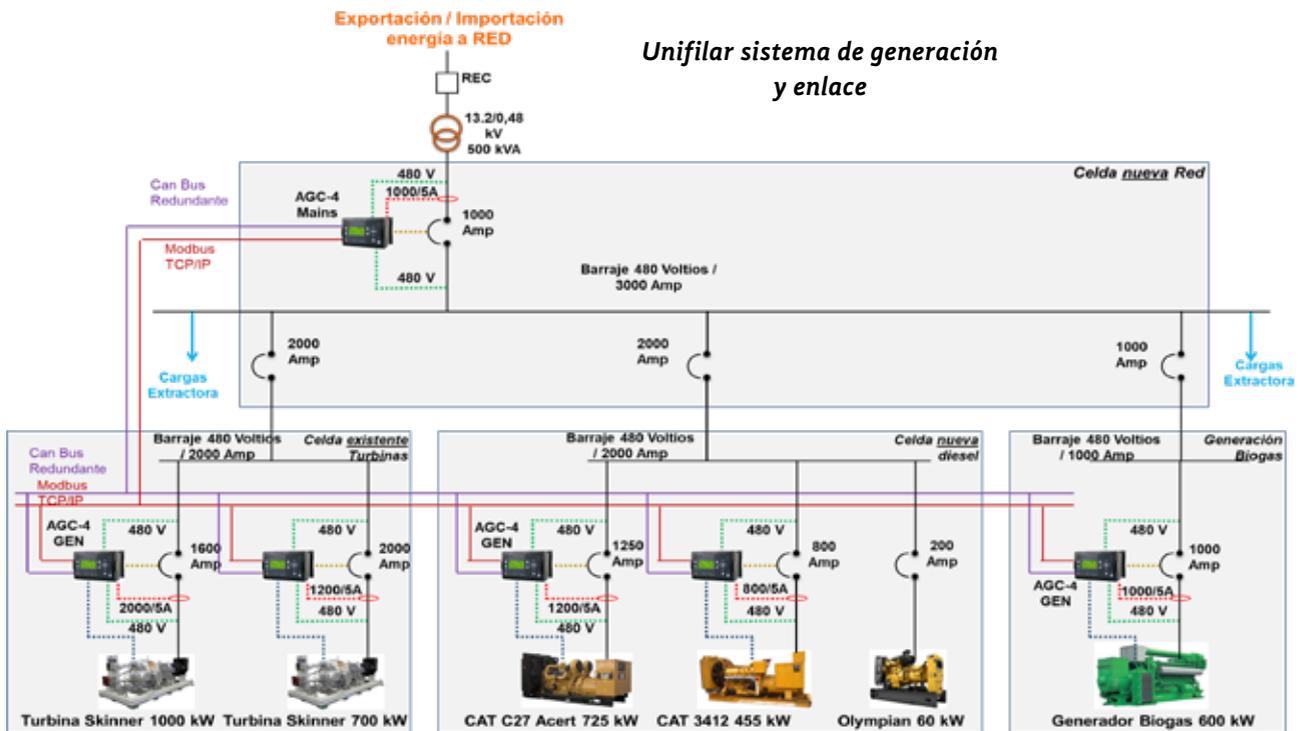


Figura 7. Ejecución de compromisos con el proyecto de generación de energía con biogás



El generador de energía con biogás entra en operación en el año 2020, se realiza la estimación de ahorro económico de \$ 600.000.000 por el primer año, de no operar con energía de generador diésel (Tabla 4).

Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC)

Planta de beneficio y cálculo de la huella de carbono

Queremos mostrar cómo el carpado de las lagunas nos ayuda a la disminución de la huella de carbono para la certificación ISCC (*Plus*).

En la Figura 8 vemos un cálculo de huella de carbono sin sistema de carpado de lagunas (captura de metano). El ahorro de emisiones con transporte hasta Puerto Colombia es del 72 %, pero con este valor es muy difícil obtener bonificación por las toneladas de APC enviado a Europa.

En la Figura 9 vemos un cálculo de la huella de carbono de Entrepalmas con carpado de lagunas (captura de metano). El ahorro de emisiones con transporte hasta Puerto Colombia es del 91 %. Con este valor se obtiene bonificación por las toneladas de APC enviado a Europa.

Conclusiones

El proceso de extracción de aceite de palma crudo lo podemos convertir en una economía circular (Figura 10).

Agradecimientos

A la empresa Entrepalmas S. A. S. y a su Junta Directiva, a René Saldarriaga, Gerente General; Roger Bohórquez, Coordinador de Proyectos; y a Jorge Iván Montoya, Ingeniería de Apoyo de Celsia y a David Gaviria, Comercialización de Celsia.

Tabla 4. Proyección promedio del costo del kilovatio por hora, utilizado en operación de planta extractora principalmente con turbina y generador de energía con biogás.

Valores año	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Producción t RFF	139.264	145.000	182.061	198.928	230.406	171.172
Consumo de energía total kWh/año.	3.203.072	3.851.563	4.294.761	4.692.661	5.435.218	4.037.892
Tiempo proceso	3.571	4.531	4.668	5.101	5.908	4.389
Costo generación de turbina	119.285.550	169.853.906	269.589.587	309.282.033	376.123.025	293.405.507
Costo generación eléctrica diésel	1.234.820.340	1.242.128.906	4.706.946	5.032.348	5.612.079	4.709.092
Costo energía red	250.932.740	138.656.250	154.237.921	252.995.610	445.451.600	131.802.055
Costo energía con biogás	\$ -	\$ -	571.856.699	599.844.431	625.493.212	647.203.831
Costo energía año	1.605.038.630	1.550.639.063	1.000.391.153	1.167.154.422	1.452.679.916	1.077.120.485
Costo del kW	501	403	233	249	267	267

Figura 8. Reporte de emisiones de planta sin captura de metano

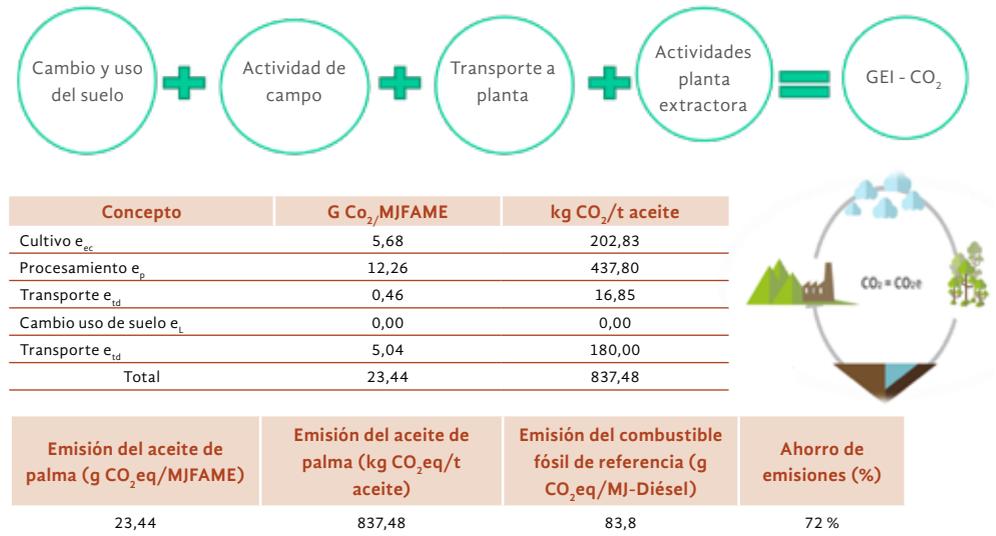


Figura 9. Reporte de emisiones de planta con captura de metano

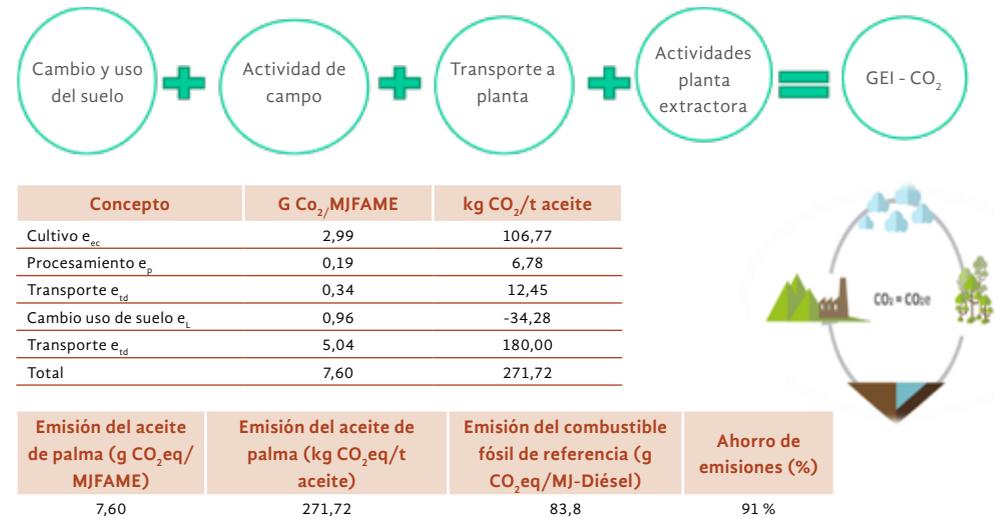
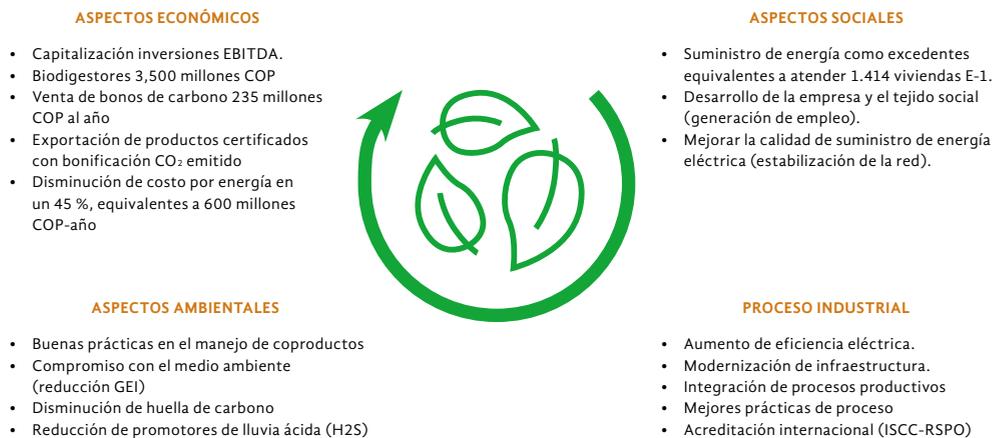


Figura 10. Conclusiones de economía circular



Referencias

- Certificación Internacional de Sostenibilidad y Carbono (ISCC) de la Producción de Biocombustibles.* (2016). Recuperado de https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/02/ES_ISCC_202_Sustainability-Requirements_3.0.pdf
- Decreto 926 del 01 de junio de 2017. (2017). Recuperado de <http://es.presidencia.gov.co/normativa/normativa/DECRETO%20926%20DEL%2001%20DE%20JUNIO%20DE%202017.pdf>
- Fedepalma. (2008). *Proyecto Sombrilla MDL para la captura de metano, desplazamiento de fuentes fósiles y cogeneración de energía renovable en el sector de la palma de aceite en Colombia.* Recuperado de [file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1379-Texto-1379-1-10-20120719%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Usuario/Downloads/1379-Texto-1379-1-10-20120719%20(1).pdf)
- Mazorra, E. & Miguel, A. (2008). *The CDM Umbrella Project for Methane Capture, Fossil Fuel Displacement, and the Co-generation of Renewable Energy in the oil palm Sector in Colombia.* Recuperado de <https://repositorio.fedepalma.org/handle/123456789/90067>
- The BioGrace GHG calculation tool: a recognised voluntary scheme.* (2015). Recuperado de <https://www.biograce.net/home>