

Apoyo para la Implementación del Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos Sólidos.



## Diseño de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible a partir de biomasa en el sector cementero de la República Dominicana.

Informe Final de la Asistencia Técnica.

**giz** Deutsche Gesellschaft  
für Internationale  
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

  
*Presidencia de la República Dominicana*  
Consejo Nacional para el Cambio Climático  
y Mecanismo de Desarrollo Limpio

Por encargo de:



Ministerio Federal  
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza  
y Seguridad Nuclear

de la República Federal de Alemania

Como empresa federal, la GIZ asiste al Gobierno de la República Federal de Alemania en su labor para alcanzar sus objetivos en el ámbito de la cooperación internacional para el desarrollo sostenible.

Publicado por:

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40  
53113 Bonn, Alemania  
T +49 228 44 60-0  
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn, Deutschland  
T +49 61 96 79-0  
F +49 61 96 79-11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)

I [www.giz.de](http://www.giz.de)

Este documento forma parte del proyecto: Apoyo para el Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático (DECCC) de la República Dominicana, en los sectores cemento y residuos (proyecto ZACK) - Programa Iniciativa del Clima Internacional (IKI) realizado por la GIZ y el Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio.

GIZ Santo Domingo  
Calle Ángel Severo Cabral No. 5, Ens. Julieta,  
Santo Domingo, República Dominicana  
+1 809 541 1430  
+1 809 683 2611

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)

I [www.giz.de](http://www.giz.de)

Autora:

LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L.  
Santo Domingo, República Dominicana

Fotografías/fuentes:

Ana Sofía Ovalle (GIZ)

Diseño/diagramación:

Grupo Diario Libre, Santo Domingo

Referencias a URL:

La presente publicación contiene referencias a páginas web externas. Los contenidos de las páginas externas mencionadas son responsabilidad exclusiva del respectivo proveedor. Al incluir una referencia por primera vez, la GIZ ha comprobado que los contenidos ajenos no den lugar a eventuales responsabilidades civiles o penales. Sin embargo, no puede esperarse un control permanente de los contenidos de las referencias a páginas externas sin que existan indicios concretos de una infracción de índole legal. Cuando la GIZ constate o sea informada por terceros que una página externa a la que ha remitido da lugar a responsabilidades civiles o penales, eliminará de inmediato la referencia a dicha página. La GIZ se distancia expresamente de tales contenidos.

La GIZ es responsable del contenido de la presente publicación.

Santo Domingo, República Dominicana  
Junio 2019

Apoyo para la Implementación del Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático de la República Dominicana, en los Sectores Cemento y Residuos Sólidos.

## **Diseño de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible a partir de biomasa en el sector cementero de la República Dominicana.**

**Informe Final de la Asistencia Técnica.**

# **INFORME DE FINAL**

## **CONTRATO ENTRE LAS PARTES**

**GIZ- Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit-**

**LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L.**

**Apoyo para la implementación del plan de Desarrollo Económico Compatible con el  
Cambio Climático**

**Contrato No. 83320856**

### **ASISTENCIA TÉCNICA:**

**Diseño de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible a partir  
de biomasa en el sector cementero de la República Dominicana.**



**Elaborado por la División de Asesoría y Cambio Climático**

**LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L.**

**12 de Junio de 2019. Santo Domingo. República Dominicana.**

## RESUMEN.

El Consejo Nacional para el Cambio Climático y el Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL) y la Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit (GIZ) GmbH ejecutan de conjunto el proyecto ZACK por sus siglas en alemán). Los mismos identificaron la necesidad de realizar estudios técnicos para el desarrollo de un programa integral energético sostenible y bajo en carbono que reduzca las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI), en apoyo a una iniciativa piloto de una de las cementeras nacionales (Cemento PANAM).

Con un objetivo específico sobre el diseño de un programa integral energético sostenible en el sector cementero de la República Dominicana para apoyar los compromisos asumidos en su Contribución Nacional Determinada (NDC) orientada hacia la mitigación de las emisiones de GEI conforme a la política climática nacional e internacional se contrataron servicios técnicos especializados para realizar los estudios pertinentes.

A petición del CNCCMDL sobre el problema se lanzó a licitación dicho proceso, donde fueron contratados los servicios técnicos especializados de LatAm Bioenergy Dominicana para tratar el objetivo de referencia mediante tres productos específicos para realizar una propuesta sobre una hoja de ruta para un programa integral en Cemento PANAM.

**El resultado 1**, estuvo orientado a la preparación de la Nota Conceptual para el programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana “Cemento PANAM” que sirva de soporte al sector cementero del país utilizando una **plantilla del Fondo Verde para el Clima** (PPF) y sus criterios de inversión. La propuesta está concebida para abordar **cuatro componentes** (Estudios, Permisos, Evaluación, Implementación de las tecnologías, Capacidades y un Sistema de monitoreo de las emisiones de GEI) y con un monto total de **3.6 millones de dólares americanos**.

**El resultado 2**, se elaboró el Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF) donde se caracterizó, cuantificó y se evaluó las características del sitio y las plantaciones para un aprovechamiento forestal con fines energéticos en cada uno de los cuatro sectores levantados en el área de amortiguamiento de Cemento PANAM. Según el informe **“INVENTARIO FORESTAL en plantaciones de Acacia mangium MAYO 2019”**, en **175.4 ha** se cuenta con un potencial promedio de **9,676.35 toneladas de biomasa** para ser aprovechadas con fines energéticos mediante tecnologías evaluadas.

**El resultado 3**, tomando un **Escenario-Referencial** para las tecnologías renovable evaluadas, la industria puede producir hasta **11,700 MWh** por año, en bloques modulares de **500 kWe** de biomasa y una planta SPV de **500 kWp**. Ambas tecnologías pueden traer consigo una disminución de las emisiones en **7,552 tCO<sub>2</sub>e/año**. A los **20 años** de operación significan la reducción de **151,000 tCO<sub>2</sub>e**. Las absorciones que Cemento

PANAM con **187.4 hectáreas** plantadas de especies forestales es de **1,996.6 tCO<sub>2</sub>e anuales**.

#### **ABSTRACT.**

The National Council for Climate Change and the Clean Development Mechanism (CNCCMDL) and the Deutsche Gesellschaft für International Zusammenarbeit (GIZ) GmbH jointly carry out the ZACK project for its acronym in German). They identified the need to carry out technical studies for the development of a comprehensive sustainable and low carbon energy program that reduces greenhouse gas (GHG) emissions, in support of a pilot initiative of one of the national cement companies (Cement PANAM).

With a specific objective on the design of a comprehensive sustainable energy program in the cement sector of the Dominican Republic to support the commitments assumed in its National Determined Contribution (NDC) oriented towards the mitigation of GHG emissions in accordance with the national and international climate policy.

At the request of CNCCMDL on the problem, this process was launched, where the specialized technical services of LatAm Bioenergy Dominicana were contracted to address the reference objective through three specific products to make a proposal on a roadmap for a comprehensive program in Cement PANAM.

**Result 1**, was oriented to the preparation of the Concept Note for the program of sustainable energy use low carbon in the cement sector of the Dominican Republic "Cement PANAM" that serves as support to the cement sector of the country using a **template of the Green Fund for the Climate** (PPF) and its investment criteria. The proposal is designed to address **four components** (Studies, Permits, Evaluation, Implementation of technologies, Capacities and a GHG emissions monitoring system) and with a total amount of **3.6 million US dollars**.

**Result 2**, the Forestry Management and Use Plan (PMAF) was elaborated, where the characteristics of the site and the plantations were characterized, quantified and evaluated for a forest use for energy purposes in each of the four areas analyzed in the PANAM cement damping department. According to the report "**FOREST INVENTORY in plantations of Acacia mangium MAY 2019**", in **175.4 hectares** is an average potential of **9,676.35 tons** of biomass to be harnessed for energy purposes through evaluated technologies.

**Result 3**, taking a Referential Scenario for the renewable technologies evaluated, the industry can produce up to **11,700 MWh per year**, in modular blocks of **500 kWe** of biomass and a SPV plant of **500 kWp**. Both technologies can bring about a reduction in emissions of **7,552 tCO<sub>2</sub>e / year**. After **20 years** of operation, they represent a reduction of **151,000 tCO<sub>2</sub>e**. The forest species in cement PANAM accounts for **1,996.6 tCO<sub>2</sub>** per year absorptions within the **187.4 hectares** planted.



## **GENERALES.**

**OBJETIVO GENERAL:** Se ha diseñado un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible en el sector cementero de la República Dominicana para apoyar los compromisos asumidos por el país en la Contribución Nacional Determinada orientado hacia la mitigación de las emisiones de gases de efecto invernadero conforme a la política climática nacional e internacional.

Se ha elaborado una hoja de ruta del programa integral para el aprovechamiento energético en el sector cementero que consta de tres resultados claves, con énfasis en dos tecnologías renovables aprovechamiento de la biomasa forestal en áreas de amortiguamiento de la industria con capacidad estimada de **1.46 MWe** de potencia instalada y se identifica las posibilidades reales para la ubicación de **500 kWp fotovoltaica** a través de paneles solares en las minas de agregados perteneciente a dicha planta.

### **ALCANCE y RESULTADOS según los Productos esperados:**

1. Se ha preparado una hoja de ruta general a través de una idea conceptual del objeto de la asistencia técnica, basado en los criterios del Fondo Verde del Clima para un programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana, tomando como proyecto Piloto a Cemento PANAM.

2. Se ha realizado un levantamiento, caracterización y evaluación de residuos agrícolas y forestal en el área de amortiguamiento de “CEMENTO PANAM” lo cual mantendrá un pulmón constante de absorciones de CO<sub>2</sub>, según el cronograma previsto en el estudio ya concluido en su fase de campo.

Se elaboró un Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF) específicamente para la especie *Acacia mangium* con una representación aproximadamente del 37.4% de plantación en terrenos propios. El plan prevé el aprovechamiento de un portador energético sostenible (Biomasa) para la sustitución de combustibles fósiles en un proceso industrial que demanda una fuente energética constante (Eléctrica-Térmica) para su proceso industrial y que integre una solución técnica a escala piloto para el tratamiento de los residuos agrícolas y forestales que hoy día conllevan a perturbaciones (Incendios Forestales) en la plantación más antigua.

3. Se ha elaborado un estudio para cada una de las tecnologías previstas en la asistencia técnica para tener un estimado de la reducción y absorción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) de forma cuantitativa que se correspondan con las acciones de mitigación en el sector cementero de la República Dominicana.

## **SINTESIS DE LOS RESULTADOS:**

**Producto No. 1** Preparación de la Nota Conceptual para el programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana “Implementación Piloto en Cemento PANAM” que sirva de ejemplo al sector cementero del país. **VER ANEXOS No. 1; No. 1.1 y No. 1.2** (Información técnica del producto No. 1)

### **Se realizaron las siguientes actividades para el producto no. 1:**

Se estableció un dialogo inicial con los directivos de Cemento PANAM para analizar el cronograma de ejecución en dicha consultoría, a partir de este encuentro realizó una revisión del marco legal en “Cemento PANAM”, con los técnicos del área de medio ambiente, los cuales acompañaron todo el estudio en los sitios. Se tuvieron varias reuniones de diálogo con los directivos de la planta, destacándose que la Planta Cementera objeto de estudio es la más moderna del país y sus sistemas de filtros reducen la contaminación a la atmosfera a niveles más seguros y eficientes con respectos a otros operadores nacionales.

Su objeto social está comprometido con su gente (empleados y comunidad aledaña) y tienen un compromiso de mejorar su producto más verde para el mercado nacional e internacional. Poseen procedimientos de operaciones en los procesos industriales de la planta que conllevan a unos estándares altos para la medición y verificación de las emisiones asociadas al proceso de producción de Clinker y Cemento.

Como parte del inicio del proceso de consultoría se revisaron los estudios existentes para una evaluación en el sector industrial en cuanto a la caracterización de sitios con especialistas del área de medio ambiente; así como una evaluación tecnológica con respecto a las tecnologías renovables con mayor potencial en el sector, siendo resultante para los procesos energéticos, la biomasa forestal y la solar fotovoltaica.

Se trabajó en los temas generales tales como ambiental, económico, social, así como un análisis de barreras y brecha para la implementación del programa general que puedan llevar con éxito un proyecto innovador. Se han realizado los estudios preliminares financieros y de viabilidad económica para la implementación del programa de energía renovables para las dos tecnologías propuestas.

Se elaboró un cronograma para la introducción de las diferentes tecnologías para la reducción de emisiones de GEI, lo cual mejoraría la eficiencia energética e impactaría en la huella de carbono. Se hará una recomendación a partir de los resultados finales para la elaboración de una propuesta de Certificación de la Huella de Carbono, bajos los estándares actuales tanto para las tecnologías, así como la certificación de portares

energéticos renovables (Plantación energética), para lo cual cuenta con su licencia ambiental actualizada.

**PRODUCTO NO. 2:** Evaluación del recurso energético sostenible a partir de residuos orgánicos propios, así como residuos de podas municipales y otros identificados en la zona en un radio no mayor de 50 Km a la industria PANAM. Elaboración de un PMAF para plantaciones forestales propias. **VER ANEXOS No. 2 y No. 2.1** (Información técnica del producto No. 2)

**Se realizaron las siguientes actividades para el producto no. 2:**

Se identificaron los recursos energéticos más asequibles a la Industria PANAM en su radio de amortiguamiento no mayor a 50 km, resultando que los lugares más adecuados para el aprovechamiento energético están dados en las plantaciones forestales de la especie de rápido crecimiento *Acacia mangium*.

Con base en el proyecto de forestación y aprovechamiento energético de biomasa forestal en “CEMENTO PANAM”, ubicada en la Municipalidad de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El coco, Provincia San Pedro de Macorís, en la República Dominicana; se adelanta la construcción del Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (“PMAF”) específicamente para el manejo y aprovechamiento de plantaciones con fines energéticos de la especie *Acacia mangium*.

De la extensión inicial de 469.3 hectáreas, se identificaron 175.4 hectáreas plantadas de la especie *Acacia mangium* mediante el levantamiento realizado en el periodo abril-mayo 2019 en los sectores objeto de estudio, representando el 37.4% de la superficie inicial. La mayor parte de la superficie abarca 258.8 hectáreas con la presencia de calveros mayores, líneas de transmisión eléctrica, canales de agua y espacios abiertos, representando el 55.1% del área total y el resto de la superficie suma 35.1 hectáreas de otras especies, caminos primarios y perturbaciones menores, representando un 7.5% del total identificado dentro de la demarcación total.

Se inició según el cronograma previsto toda la fase de levantamiento de la información en campo (mediciones, toma de datos para el inventario, diálogo con personal clave, levantamiento de información en campo) en el área de amortiguamiento de la Planta Cementera.

Se realizó un recorrido en los perímetros de 50 km de radio y no se encontraron fuentes de residuos orgánicos en las comunidades aledañas para tener un interés energético apropiado a la industria, sobre todo en las comunidades aledañas, así como el recorrido por el área turística de Boca Chica los residuos orgánicos de los hoteles no poseen una

separación adecuada en origen y los volúmenes no son representativos a transportar para ser utilizados en la industria como portadores energéticos.

Es válido destacar en los diálogos sostenidos con la gerencia de la industria se muestra un interés de apoyar a las comunidades en su limpieza y saneamiento de los residuos sólidos a futuro, por lo que este estudio no consideró los residuos sólidos, ni las podas municipales por sus bajos porcentos en el radio de amortiguamiento de la industria.

Sin embargo, se identificaron otras fincas forestales que realizan actividades silvícolas con un potencial energético teniendo en cuenta la misma especie considerada por Cemento PANAM.

Se elaboró el Plan de Manejo y Aprovechamiento (PMAF) que prevé toda la fase de preparación y dimensiones de la biomasa, así como la identificación de las vías de acceso secundarias que no están claramente identificadas en los sectores objeto de estudio.

Para la elaboración del PMAF se caracterizó, cuantificó y se evaluó las características del sitio y las plantaciones para un aprovechamiento forestal con fines energéticos en cada uno de los sectores levantados según el informe “INVENTARIO FORESTAL en plantaciones de Acacia mangium MAYO 2019”. ANEXO-No 2.1.

Considerando que las 175.4 ha plantadas actualmente en los cuatro sectores tienen una edad entre 1.5 y 4.3 años, los sectores más apropiados para su aprovechamiento inmediato siguen el orden desde el Sector 1, Sector 2 y el Sector 3 de forma escalonada. Teniendo en cuenta una observación es que el sector 1 ha tenido tres incendios en los últimos años.

Los sectores 1 y 2 cuentan con un volumen aproximado de 68.62 ton/ha y 64.36 ton/ha respectivamente, con estos datos se indican los momentos idóneos de aprovechamiento de árboles con fines energéticos (a los 4.3 años). El sector 3 con una masa más joven, pero más densa en población tuvo un volumen aproximado de 44.47 ton/ha. Siendo el sector 4 el más joven con una edad promedio de 1.5 años y una escasa supervivencia en la demarcación con un volumen de 8.86 ton/ha. Todos los sitios de plantación carecen de intervenciones silvícolas.

Por todo lo explicado anteriormente y tomando el escenario de referencia actual con 175.4 hectáreas entre 1.5 y 4.3 años “CEMENTO PANAM” excluyendo el sector No. 5 , el pulmón forestal a partir de plantaciones de Acacia mangium entre los límites de inferior y superior calculados promedia 9,676.35 toneladas de biomasa, las cuales pueden ser aprovechadas con fines energéticos.

La propuesta de un manual para el aprovechamiento y manejo de operaciones, normas de seguridad, y características para fines energéticos está integrado en todo el acápite de capacitación del PMAF.

El PMAF constituye en el mapa de ruta para un aprovechamiento sostenible con fines energéticos en plantaciones comerciales, dada una población aprovechable a los 4.3 años de plantados, lo que puede sostener el aprovechamiento energético inicial de forma permanente de 500 kWe a una Central de Gasificación de Biomasa para dos años de forma continúa, dado un factor de capacidad proyectado de 1.25 Kg/biomasa/hora de forma eficiente.

**PRODUCTO NO. 3:** Estudio para la estimación de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para las tecnologías energéticas previstas a partir de la fuente renovables (Solar Fotovoltaica y Biomasa). Identificación de las medidas de mitigación que acompañan las metas de reducción para el sector cementero que sean replicadas a nivel nacional. **VER ANEXO No. 3** (Información técnica del producto No. 3)

**Se realizaron las siguientes actividades para el producto no. 3:**

Las emisiones para el sector IPPU en el año 2018 ascienden a 1.557.24 Gg CO<sub>2e</sub>, donde Cementos PANAM con una producción de Clinker estimada en 570,000 ton, tiene a su cargo la emisión de 296.57 Gg CO<sub>2e</sub>, lo que representa el 19% de las emisiones totales del sector cementero a nivel nacional.

Fueron evaluadas dos tecnologías a partir de fuentes renovables de energía una de ellas a partir del aprovechamiento del potencial de la biomasa forestal del área propia de la cementera y la otra un parque Solar Fotovoltaico en las minas de agregados “La Luisa”.

El consumo de biomasa estuvo determinado por el consumo de biomasa forestal en 1.25 kg/kWh, la eficiencia de una planta de gasificación en un 28% y el valor calorífico de la biomasa para la especie Acacia mangium de 4,200 kcal/kg. Según el Escenario 2, la industria puede producir hasta 11,700 MWh anualmente en bloques modulares de 500 kWe de biomasa y una planta SPV de 500 kWp por lo que la generación a partir de biomasa representa un potencial de alrededor del 11.5% de su consumo total.

Las introducciones de ambas tecnologías pueden traer consigo una disminución de las emisiones en 7,552 tCO<sub>2e</sub>/año lo que se representa un 2.5% de reducción de emisiones en cuanto al proceso industrial. A los 20 años de operación, significan la reducción de 151,000 tCO<sub>2e</sub> y las absorciones que plantea el escenario actual de Cemento PANAM con 187.4 hectáreas plantadas de especies forestales ascienden a 1,996.6 tCO<sub>2e</sub> anuales.

## **CONCLUSIONES:**

- ❖ Se muestran todos los productos trabajados bajo la consultoría objeto de estudio como ANEXOS a este informe; fueron tratadas todas las actividades relacionadas para cada producto en un 95% bajo la asistencia técnica, lo que será presentado a los tomadores de decisiones de Cemento PANAM, autoridades del CNCCMDL y al Proyecto ZACK-GIZ, con las recomendaciones adecuadas.
- ❖ Se ha cumplido con todo el cronograma previsto para la consultoría (Asistencia Técnica), en tiempo y los resultados están previstos a ser presentados en público el 14 de junio/2019 en el Consejo Nacional para el Cambio Climático y Mecanismo de Desarrollo Limpio (CNCCMDL), con los actores involucrados.
- ❖ Se entregará una copia digital con todos los entregables en (Siete archivos en Word y uno archivo Excel editables), una copia dura de toda la documentación y una presentación en PPT-PDF, que reúne todos los resultados contenidos en los tres productos acordados (Trd) entre GIZ-Proyecto ZACK y LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L. bajo el contrato No. 83320856.

## **ANEXOS.**

- **ANEXO No. 1.** Preparación de la NOTA CONCEPTUAL, según los Criterios del Fondo Verde para el Clima (GCF por sus siglas en inglés) para el programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana.
- **ANEXO No. 1.1.** Procurement Plan. Cronograma para la introducción de las Tecnologías en Cemento PANAM mediante los componentes propuestos.
- **ANEXO No. 1.2.** Licencia Ambiental actualizada para la operación de Cemento PANAM. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nov.-2018. República Dominicana.
- **ANEXO No. 2.** Diseño y propuesta del Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF-2019-2023) para el especie Acacia mangium en Cemento PANAM.
- **ANEXO No. 2.1.** Inventario forestal para plantaciones propias en Cemento PANAM-Mayo-2019.
- **ANEXO No. 3.** Estudio para la estimación de la reducción de GEI para las tecnologías energéticas previstas a partir de fuentes renovables (Sola Fotovoltaica-Biomasa). Medidas de mitigación que acompañan la reducción en el sector cementero.

**ACUERDO ESPECIAL GIZ-LatAm Bioenergy Dominicana**

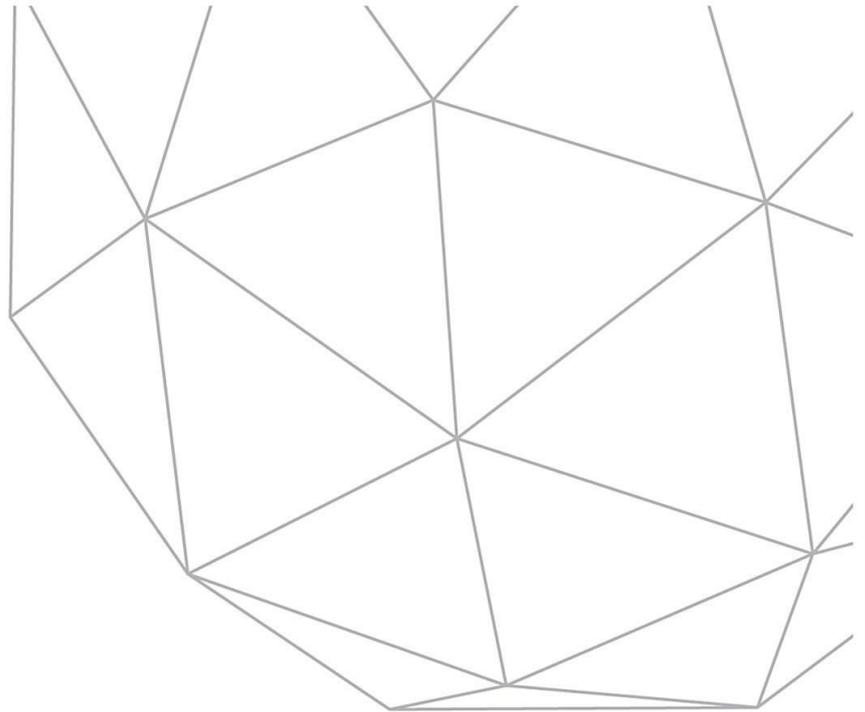
**No. Contrato: 83320856**

**PRODUCTO NO. 1**

Preparación de la NOTA CONCEPTUAL, según los Criterios del Fondo Verde para el Clima (GCF por sus siglas en inglés) para el programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana.



***Implementación Piloto en Cementos PANAM.  
Junio/2019  
Republica Dominicana***



# Project Preparation Funding Application

Application Title:	Diseño de un programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana.
Country/ Region:	Paraje Batey La Luisa, sección San José, Distrito Municipal Gautier, municipio San José de los Llanos, provincia San Pedro de Macorís, República Dominicana.
Accredited Entity:	PNUD; GIZ; BM; BID; CAF; BCIE; otros

## TABLE OF CONTENTS

Section A	<b>EXECUTIVE SUMMARY</b>
Section B	<b>DESCRIPTION OF ACTIVITIES</b>
Section C	<b>RATIONALE</b>
Section D	<b>IMPLEMENTATION PLAN</b>
Section E	<b>FINANCING PLAN</b>
Section F	<b>RISKS AND MITIGATION MEASURES</b>

**Please submit the completed form to:**

[ppf@gcfund.org](mailto:ppf@gcfund.org)

and use the following name convention for the file name:

“[PPF]-[Agency Short Name]-[Date]-[Serial Number]”

For more information regarding the PPF, please go to:

<http://www.greenclimate.fund/partners/countries/fine-print>

<b>A. Executive Summary</b> <i>(in one page)</i>	
<b>Accredited Entity</b>	PNUD, GIZ, BID, CAF, BCIE, CAF, otros.
<b>Contact Details</b>	<p>Name: Pedro Garcia            Position: Director de Cambio Climático. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la República Dominicana            Email: Pedro.Garcia@ambiente.gob.do            Tel: <b>809 567 4300</b>            Full Office address: Ave. Cayetano Germosén. Esq. Gregorio Luperon, El Pedregal D.N. República Dominicana. CP: 02487</p>
<b>Concept Note Title</b> <i>(reference number)</i>	Implementación de un programa energético sostenible basado en tecnologías renovables para beneficios de las industrias cementeras de la República Dominicana. Proyecto Piloto Cementos PANAM.
<b>Country/Region</b>	República Dominicana
<b>Request Summary</b> <i>(in 200 words)</i>	<p>El desarrollo de las energías renovables contribuye al aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la República Dominicana, al tiempo que beneficia la preservación del medio ambiente. Dentro de las fuentes más atractivas se ubican la radiación solar disponible y la biomasa, una de las más abundantes en el país, con una producción de 1.6 millones ton/año según la Comisión Nacional de Energía (CNE-2016).</p> <p>El proyecto establece un objetivo general basado en el Diseño, Implementación y Operación de un mix energético mediante la integración de la tecnología solar fotovoltaica y el aprovechamiento de biomasa con fines energéticos, para satisfacer la demanda local de energía en la industria cementera, mediante tecnologías más eficientes y apropiadas en correspondencia con el desarrollo sostenible ambiental, así como la obtención de subproductos con alto valor agregado y los beneficios a las comunidades rurales aledañas, respondiendo a las acciones de mitigación y medidas de adaptación.</p> <p>Dado la fundamentación expuesta, ambas tecnologías (Solar Fotovoltaica y Biomasa) dentro del radio de operaciones de “Cementos PANAM” contribuirá a apoyar a la República Dominicana en el cumplimiento de sus contribuciones nacionalmente determinadas (NDC por sus siglas en inglés) para la mitigación y con co-beneficios en la adaptación ante el cambio climático, así como un aporte a la reducción del 25% de las emisiones previstas en un escenario tendencial al 2030, establecido en el Acuerdo de París, firmado por el país. El sector cementero tiene un peso del 5.8% de las emisiones totales en el país, según el INGEI-2015 dentro del BUR.</p> <p>Por lo que el proyecto piloto propuesto “Cementos PANAM” a continuación se presentan datos generales de su localización, objetivo general, impactos esperados, así como los componentes que se ejecutarán en un periodo que no exceda los 12 meses para su puesta en marcha, integrando la energía solar fotovoltaica y el uso de biomasa forestal de forma eficiente para su posible replicación en las demás plantas cementeras del país.</p> <p>El proyecto se localizará en el Paraje Batey La Luisa, sección San José, Distrito Municipal Gautier, municipio San José de los Llanos, provincia San Pedro de Macorís, República Dominicana. Muy cercana a la Autopista de las Americas rumbo a la zona este del país.</p>
<b>Anticipated Duration</b>	01/09/2019 – 30/09/2020 (12 meses)
<b>Estimated cost</b>	<p><b>Costo total:</b> USD 3,591,000 Proyecto  <b>Fondos requeridos en forma de donación:</b> USD 150,000  <b>Costo total para la Inversión del Proyecto :</b> USD 3,441,000  <b>Fondo Verde para el Clima (GCF por sus siglas en inglés):</b> USD 552,000  <b>Bancos acreditados ante el GCF y Banca Local:</b> USD 2,889,000</p>

## B. Description of Activities

La implementación de un mix energético cada día cobra más importancia en los países en vía de desarrollo y sobre todo en industrias alta consumidoras de energía como lo es el sector cementero, así como un aporte de empleos y otros cobeneficios a las comunidades rurales menos adelantadas, siendo éstas más vulnerables, como se aprecia en Villa Gautier.

La tecnología solar fotovoltaica ha sido más evaluada para el Caribe en general, siendo una solución puntual a comunidades rurales en los temas energéticos, decentralizando la producción de energía in situ, disminuyendo las pérdidas de la red eléctrica de transmisión y por ende una consecuente disminución de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) a la atmósfera evaluando su monitoreo y reporte de reducción en las emisiones.

Sin embargo la transferencia de una tecnología apropiada para el aprovechamiento de biomasa a pequeña y mediana escala para utilizar biomasa agroindustrial (Chip de madera, cascarilla de arroz, jícara de coco, entre otros subproductos agrícolas) con fines energéticos, no ha sido evaluada tecnológicamente para dicho mercado y lo cual necesita un sistema de monitoreo para evaluar la reducción de emisiones de GEI de forma experimental.

En los países del Caribe insular para atender los problemas energéticos y soluciones ambientales relacionadas con la mitigación y adaptación al cambio climático con las materias primas disponibles, no están al alcance de los sectores menos desarrollados y sobre todo el escalado pequeño y mediano, ni es tenido en cuenta por sus costos de inversión, es por eso que utilizan tecnologías convencionales y por ende más contaminantes y menos eficientes en las industrias más consumidoras.

Apartir del levantamiento de información y visitas técnicas se identificaron tres escenarios de proyectos con potencialidades energéticas a partir de la biomasa y residuos en un radio no mayor de 50 Km en "Cementos PANAM":

**ESCENARIO No. 1.** Se identificó el vertedero municipal de Boca Chica a una distancia no más de 10 km de la planta cementera, aquí se notó una oportunidad para el aprovechamiento de los residuos en los hornos de calcinación de la planta, pero debido al manejo poco adecuado del vertedero, a la no clasificación de los residuos y otros elementos claves es poco propicio su aprovechamiento actualmente.

**ESCENARIO No. 2.** Se identificó en el Ingenio Azucarero "Porvenir" residuos a partir de bagazo y cenizas que pueden ser estimadas en unas 20 mil toneladas; aún no cuenta con una adecuación en la logística y por ende con una gestión apropiada pueden ser utilizados en los hornos de clinker en la industria de referencia.

**ESCENARIO No. 3.** Se identificó el potencial de tierras comprometidas para plantaciones de Acacia mangium correspondiente a 9,930.28 tareas (621 hectáreas) propias de la industria en un perímetro de no más de 5 km y través de la Asociación de Productores de Biomasa en un radio no mayor a 50 km unas 3,100 hectáreas dedicadas a plantaciones energéticas como suplemento adicional viable.

A partir de todos los escenarios explicados anteriormente, resulta más apropiado el **ESCENARIO No. 3**, de conjunto con la tecnología Solar Fotovoltaica (PV) para integrar el proyecto piloto en **Cementos PANAM**, donde sitúa su problema actual en la identificación de cuatro componentes generales que pueden ser atendidos por diferentes fondos multilaterales y bilaterales, así como fondos públicos y privados para una potencia eléctrica escalonada desde 4,000,000 kWh/año hasta llegar a los 11,700,000 kWh/año con un aproximado de 8,000 horas al año de trabajo, de la siguiente forma:

**Componente No 1:** Estudio, permisos y evaluación para la introducción de procedimientos en el proceso tecnológico para solar fotovoltaica, así como el procesamiento e implementación de la tecnología biomasa apropiada a mediana escala para las condiciones de la Industria Cementera en la República Dominicana.

**Componente No. 2:** Estudio e Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos a escala piloto con una capacidad de 500 kWp en las áreas menos fértiles de la mina de agregados "La Luisa", para una producción estimada de 710,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de Monitoreo y Reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.

**Componente No. 3:** Estudio e Implementación de una tecnología demostrativa a escala piloto de Gasificación de

500 kWe de forma modular para residuos de biomasa, hasta llegar una producción que no exceda los 12,000,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de Monitoreo y Reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.

**Componente No.4:** Implementar elementos transversales para una gestión integral del proyecto, mejorando la integración, las políticas de planificación, promoción de la igualdad entre los géneros; mediante un programa de asistencia técnica que conlleva al: fortalecimiento de capacidades, comunicación, sensibilización y gestión del conocimiento en proyectos innovadores e inclusión social. Propuesta de un sistema MRV.

## C. Rationale

### C.1 Background

La República Dominicana ha demostrado un firme compromiso con el desarrollo del sector energético para un desarrollo creciente en su economía, plasmado en la Ley No. 1-12 "Estrategia Nacional de Desarrollo 2030", en su cuarto eje estratégico, procura una sociedad de producción y consumo ambientalmente sostenible, también ha traseado Lineamientos de una Estrategia Nacional de Cambio Climático y una propuesta de Plan de Acción Nacional para la Adaptación al Cambio Climático, ambos documentos están encaminados al desarrollo de programas y medidas que incorporen temas del cambio climático en los planes y políticas públicas nacionales de desarrollo.

El país ha planteado metas ambiciosas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita. Otro de los objetivos consiste en reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, así como sus impactos en el medioambiente incluyendo aquellos asociados al cambio climático. La meta es reducir las emisiones de GEI en un 25% para 2030 con relación a 2010 según fue declarada en su NDC ante el Acuerdo de París.

Como parte de estas reformas, la Ley 57-07 establece objetivos específicos para que el sector eléctrico incremente su cuota de renovables a un 25% en la matriz de generación de electricidad para 2025.

La importancia de las energías renovables en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en República Dominicana está declarada en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC-RD 2016) de país como parte de sus aportes estratégicos clave para abordar la mitigación del cambio climático. Por lo que el proyecto está alineado y en correspondencia con las políticas y estrategias nacionales trazadas en el país y los acuerdos internacionales firmantes.

El sector eléctrico de la República Dominicana se está desarrollando rápidamente. Las reformas que empezaron a finales de la década de los 90's han definido su estructura institucional actual. Como resultado de dichas reformas, se ha llevado a cabo la separación de las actividades que conforman la cadena de suministro eléctrico, y se ha incrementado la participación del sector privado en la generación y autogeneración.

La República Dominicana ha establecido instituciones sólidas para implementar su estrategia en el sector energético, así como un procedimiento para las concesiones en nuevos proyectos ya sea de energía renovable u otras energías más eficientes, aquí incluye a la Comisión Nacional de Energía (CNE), entidades públicas con ventanillas únicas en permisos y estudios complementarios, asesores técnicos y jurídicos, entre otros actores.

La estrecha cooperación entre estas autoridades y las empresas peticionarias (Sector Público-Privado) orientan sus actividades y capacidades para aplicar una estrategia de renovación en sector energético y ambiental, en sinergias con los planes estratégicos de desarrollo en el país.

### C.2 Justification on request

Iniciativas, estudios y estrategias que ha generado el país en el área del cambio climático y que se corresponden con la propuesta de intervención, tales como:

- Asociación Dominicana de Productores de Cemento Portland (2018). En Ruta hacia la Sostenibilidad – Informe Anual 2017. ADOCEM: Santo Domingo
- Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/PNUD/GEF (2018). Tercera Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.
- Plan Nacional Dominicana Limpia (2017). Una iniciativa que pretende convertir al país en un “país limpio, ordenado y respetuoso del medio ambiente”.
- CNCCMDL/MINERD/MESCYT (2012). Estrategia Nacional para fortalecer los Recursos Humanos y las Habilidades para Avanzar hacia un Desarrollo Verde, con Bajas Emisiones y Resiliencia Climática.
- CNCCMDL/PNUD/SEMARENA (2011). Evaluación de Flujos de Inversión y Financieros para la Mitigación en el Sector Energía y Adaptación, en el Sector Agua y Turismo en la República Dominicana.

- CNCCMDL/MEPYD/SEMARENA (2011). Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático para la República Dominicana (PECC) 2011-2030.
- SEMARENA/PNUD/GEF (2009). Segunda Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.
- SEMARENA/PNUD/FMAM (2008). Plan Estratégico de Desarrollo de Capacidades Nacionales Para la Gestión Ambiental 2008-2015.
- SEMARENA/PNUD/FMAM (2008). Lineamientos de la Estrategia de Cambio Climático de la República Dominicana. Santo Domingo, RD.
- SEMARENA/GEF/UNDP (2006). Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Reporte para los años 1998 y 2000.
- SEMARENA/PNUD/GEF (2004). Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.

## D. Implementation Plan

La República Dominicana es una de las economías más importantes y diversificadas de la región del Caribe según la CEPAL-2018, y su consumo energético está creciendo de forma acelerada. El país depende en gran medida de las importaciones de combustibles fósiles, los cuales comprenden casi todo el suministro energético primario hasta hoy.

El proyecto tendrá una intervención en “Cementos PANAM” situado en el Paraje Batey La Luisa, sección San José, Distrito Municipal Gautier, municipio San José de los Llanos, provincia San Pedro de Macorís, del país que abarca una superficie total de la industria de 75.8 hectáreas y 1,500 hectáreas en áreas de amortiguamiento aledañas mayormente conformada por plantaciones forestales, pastizales, canales de agua, líneas eléctricas de alta tensión y minas para abastecer la materia prima para la industria del cemento.

Además de los estudios previstos, el diseño de las nuevas tecnologías energéticas, se realizará un proyecto piloto que permitirán la puesta en marcha de otros proyectos en forma escalonada, realizar los ajustes correspondientes y diseñar proyectos innovadores para su posterior escalado y replicación del modelo a nivel de país y la posibilidad a futuro de la región del Caribe para el sector cementero.

El impacto principal del proyecto se espera en la integración de fuentes renovables de energía (Solar Fotovoltaica y Biomasa forestal), donde serán fortalecidas un conjunto de pequeñas y medianas empresas comunitarias, que incluyan insumos y productos energéticos, un producto con un sello verde, subproductos orgánicos, un mejor encadenamiento productivo, potenciación de las cadenas de valor, mejoras en los servicios e insumos, acceso a tecnologías e implementos adecuados más eficientes, creación de empleos y retención de fuerza de trabajo en las comunidades rurales aledañas a la industria.

### D.2 Implementation schedule

El proyecto acelerará el desarrollo paulatino del mercado de generación a partir de energías renovables en las industrias de alto consumo eléctrico de la República Dominicana, apoyando directamente un nuevo modelo productivo mediante la introducción de tecnologías de generación más modernas impulsadas por el sector privado y el fortalecimiento de una integración de energía y con modelos agroproductivos como ganadería dentro de plantaciones forestales con fines energéticos.

Esto, a su vez, proporcionará un desarrollo duradero del mercado, contribuyendo al desarrollo de los proyectos de energía bajo el actual esquema de financiamiento de referencia en un nivel escalado, hacia las metas de generación renovable planteadas por el Gobierno Dominicano en la Estrategia de Desarrollo 2030 y en correspondencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

En primer lugar, se prevé que las tecnologías renovables a escala piloto, apoyadas directamente por el proponente, que contemplen una producción de 11,700,000 kWh/año a partir de la nueva capacidad instalada en las tecnologías solar fotovoltaica y biomasa lo que pueden llegar a reducir 151,058.8 tonCO<sub>2e</sub> de emisiones GEI a la atmósfera en 20 años de operación.

Se crea un entorno propicio para la inversión en el sitio objeto de intervención con un nuevo modelo energético y sostenible, ya que las condiciones de inversión y los incentivos propuestos en el marco legal dominicano proporcionan esquemas financieros que permitan una continuación a largo plazo y financieramente sostenible según los resultados y actividades previstas en el proyecto piloto.

El proyecto contribuye mediante un nuevo modelo de las energías renovables y la integración de las actividades agroindustriales en la zona Distrital Municipal Gautier, a potencial el intercambio de conocimientos o aprendizaje a nivel de proyecto, lo cual generará lecciones aprendidas tales como:

- Aumentar la capacidad de los responsables para la gestión energía descentralizada, pudiendo evaluar,

anticipar y mejorar la capacidad de acomodar de manera sostenible la nueva energía renovable en las industrias para reducir el consumo del sistema eléctrico basado en fósiles en el país;

- Abordar algunas de las barreras no financieras más inmediatas, en torno al desarrollo técnico del proyecto y sus actividades mediante la capacitación y la transferencia de conocimientos, como la mejor gestión de los procesos y sistemas de licitación;
- Evaluar y proporcionar una financiación adecuada para el escalado en las tecnologías propuestas en las primeras actividades, demostrando la viabilidad de invertir en este mercado energético a corto y mediano plazo;
- Con la acumulación de productos o resultados en el tiempo se obtendrían recursos humanos endógenos con: capacidades mejoradas y vínculos entre patrocinadores de proyectos, desarrolladores, proveedores, financieros y consultores;

En general el proyecto se construye a través de varios componentes que se interrelacionan para favorecer un cambio de paradigma que beneficia en gran medida a la industria local y se benefician las comunidades a través de productos transversales, aparición de nuevos actores del sector privado y tecnologías energéticas integradas a esas cadenas de valor más eficientes (mercado, cadenas de suministros y de comercialización de los productos, servicios financieros, entre otros), a la vez que se obtienen co-beneficios de la mitigación en el sector.

### D.3 Procurement Plan

Ver Anexo No. 1



Procurement Plan  
template.docx

### E. Financing Plan “Proyecto Piloto”

Para financiar los estudios preparatorios al plan financiero y puesta en marcha del Proyecto Piloto se necesitan 3.6 millones de dólares americanos, para un escalado posterior nivel comercial. A continuación se visualiza un estudio de viabilidad financiera propuesta en el proyecto piloto para un monto de 3.4 millones de USD para su escalado comercial en las tecnologías de solar PV y biomasa forestal.

## RESUMEN EJECUTIVO FINANCIERO

PROGRAMA DE GENERACION DE ENERGÍA RENOVABLE EN CEMENTO PANAM



### INTRODUCCION DE TECNOLOGIAS

#### LA LUISA SOLAR FOTOVOLTAICA

CAPACIDAD	500	kWp
INVERSION	420	K USD
GENERACION	710,000	kWh/año
MARGEN OPERACIONAL	0.19	USD/kWh
AHORRO por electricidad	134,900	USD/año
PAYBACK	3.11	Años

#### PLANTA DE CEMENTO GENERACION CON BIOMASA

CAPACIDAD	1.258	MWe
INVERSION	\$3.0	USD M
GENERACION	10,063,899	kWh/año
MARGEN OPERACIONAL	0.07	USD/kWh
AHORRO por electricidad	\$ 704,473	USD/año
SUBPRODUCTO CARBON	\$ 298,898	USD/año
TOTAL AHORRO \$	\$ 1,003,371	USD/año
PAYBACK	3	Años

Los detalles de las partidas financieras para otras actividades de menor cuantía aparecen en un anexo detallado.

#### Financing/Cost Information "Proyecto Comercial"

Details on financing sources:

FUNDING SOURCE	AMOUNT (USD)	FINANCIAL INSTRUMENT (Equity, loan, guarantee, grant)	Tenor	Pricing	Seniority
GCF financing	552,000.00 USD	Loan/Grant	( ) years	%	<a href="#">Options</a>
Co-financing from AE (BID, CAF, BCIE,)	1,000,000.00 USD	Loan	( ) years	%	<a href="#">Options</a>
Other (Local Banks)	811,700.00 USD	Loan,	( ) years	%	<a href="#">Options</a>
Other (Sponsors)	1,077,300.00 USD	Equity	( ) years	%	
Other (GIZ, USAID, UE, UNEP, UNDP)	150,000.00 USD	Grant	( ) years	%	
TOTAL PROJECT FINANCING = Total project cost	3,591,000.00 MUSD				

#### F. Risk and Mitigation measures

A continuación se describen los riesgos financieros, técnicos y operacionales, sociales y medioambientales, así como otros que puedan impedir que se alcancen los objetivos del proyecto/programa. Para los cual se plantean las medidas de mitigación a partir de los de riesgo propuestos.

**Selected Risk Factor 1**

Descripción	Categoría de Riesgo	Nivel de Impacto	Probabilidad de ocurrencia de riesgo
Riesgo regulatorio / dependencia de la tarifa de inyección a la red eléctrica para la compra de electricidad.	Financiero	Alto (>20% of project value)	Bajo

Medida de Mitigation

Este riesgo se ve mitigado por el fuerte compromiso institucional (Cementos PANAM) con las energías renovables mediante la Ley 57-07 de Incentivos a las Energías Renovables y el compromiso de reducir emisiones con tecnologías limpias. Este riesgo es mitigado aún más porque la energía producida será consumida por la propia industria en sus operaciones, ya que la suma de potencia total propuesta no excede de 2 MW.

**Selected Risk Factor 2**

Descripción	Categoría de Riesgo	Nivel de Impacto	Probabilidad de ocurrencia de riesgo
Riesgo de divisas debido a un desajuste entre la Entidad Acreditada y el financiamiento del GCF proporcionado en USD, mientras que la tarifa del proyecto se paga en pesos dominicanos (DOP).	Financiero	Bajo (<5% of project value)	Medio

Medida de Mitigación

Este riesgo se mitiga sustancialmente por la indexación de una porción de la tarifa de alimentación al tipo de cambio USD / DOP aplicable en un acuerdo entre el implementador (Cementos PANAM) y la Entidad Acreditada con la aprobación del GCF. Por lo general, el GCF cubre ese riesgo en proyectos de este tipo.

**Selected Risk Factor 3**

Descripción	Categoría de Riesgo	Nivel de Impacto	Probabilidad de ocurrencia de riesgo
Ocurrencia de fenómenos extremos en la zona del este en RD (Huracanes) e Incendios Forestales.	Técnica y Ambiental	Alto (20% of project value)	Alto

Medidas de Mitigación

Establecer una evaluación de las tecnologías resistentes a vientos superiores a los 250km/hora que sean introducidas en el proyecto, incluir un seguro de riesgos por fenómenos naturales y establecer los protocolos de seguridad ante la ocurrencia de fenómenos extremos según los comunicados previos de ONAMET y el COE en República Dominicana. Así como establecer protocolos de seguridad para las áreas más expuestas a incendios forestales y un plan selvicultural que ayude a las plantaciones ordenadas.

**Selected Risk Factor 4**

Descripción	Categoría de Riesgo	Nivel de Impacto	Probabilidad de ocurrencia de riesgo
Riesgo de operación / tecnología.	Técnico y operacional	Medio (5.1-20% of project value)	bajo

Medidas de Mitigación

Estos riesgos se mitigarán mediante estudios y evaluaciones detallados, así como un procedimiento robusto para la operación y mantenimiento de las tecnologías instaladas para la producción y estabilidad de la energía. Se tomarán todos los riesgos y vacíos desde la cadena alimentadora de la planta.

La solicitud **al IMPLEMENTADOR** está basada en el apoyo de varias actividades mediante una Facilidades de Actividades para la Preparación de Proyectos (**PPFA**) a dicha Nota Conceptual, se relacionan a continuación:

1. Estudios de prefactibilidad y viabilidad, así como diseño del proyecto con todas sus actividades, tareas y cronogramas;
2. Estudios ambientales, sociales incluido el tema de género y empoderamiento de la mujer;
3. Evaluaciones de riesgos y barreras; planes para saltar las barreras identificadas;
4. Identificar y Evaluar las potencialidades del modelo energético sostenible (Integración Energética) en correspondencia con un mix energético a escala piloto;
5. Servicios de asesoramiento en las tecnologías propuestas en el proyecto, así como otros servicios para estructurar financieramente una actividad específica.

Nota Conceptual tomando los seis criterios de inversión del Fondo Verde para el Clima para el proyecto de referencia.

Project / Programme Information	
Project / programme title	Diseño de un programa de aprovechamiento energético sostenible bajo en carbono en el sector cementero de la República Dominicana.
Country (ies) / region	República Dominicana
Mitigation / adaptation focus	Mitigation <input checked="" type="checkbox"/> Adaptation <input type="checkbox"/> Cross-cutting <input type="checkbox"/>
Results areas	Generación de la Energía a partir de Renovables (Solar Fotovoltaica y Biomasa) para el sector cementero en la República Dominicana.
Project / programme description (including objectives)	
<p>La República Dominicana ha planteado metas ambiciosas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita. Otro de los objetivos consiste en reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, así como sus impactos en el medioambiente incluyendo aquellos asociados al cambio climático. La meta es reducir las emisiones de GEI en un 25% para 2030 con relación a 2010. El logro de este objetivo requerirá un cambio en la matriz energética del país. Las energías renovables pueden desempeñar un papel crucial para alcanzar los objetivos de cambio climático, así como para lograr la diversificación del suministro energético. Aunando a esto, el desarrollo acelerado de energías renovables puede reducir el costo energético para los consumidores y la factura de importación de combustibles. En 2014, la cuota de energía renovable en el conjunto de energía final total de la República Dominicana alcanzó el 16,3% (8,7% de energía renovable moderna y 7,6% de uso tradicional de biomasa).</p> <p>Como parte de estas reformas, la Ley 57-07 establece objetivos específicos para que el sector eléctrico incremente su cuota de renovables a un 25% en la matriz de generación de electricidad para 2025. Para alcanzar esta meta, se han introducido una serie de políticas de apoyo que incluyen, incentivos fiscales y tarifas reguladas (feed-in tariffs).</p> <p>La demanda nacional de electricidad ha experimentado un rápido crecimiento, aproximadamente un 45%, con respecto a la década anterior. La generación total de electricidad alcanzó los 18 terawatios-hora (TWh) en 2014 a partir de una capacidad instalada de generación de alrededor de 4,9 GW (incluyendo la capacidad del SENI, la de los sistemas aislados y las de los autoprodutores). Más del 60% de la capacidad instalada opera con productos derivados de petróleo, principalmente fuel oil pesado el cual es especialmente contaminante.</p> <p>Se ha identificado un escenario de proyecto con potencialidades energéticas a partir de fuentes tales como Solar Fotovoltaica en la mina de agregados “La Luisa” y una Planta Modular de Gasificación a partir de biomasa y residuos forestales en un radio no mayor de 50 Km de “Cementos PANAM”:</p> <p><b>ESCENARIO PROPUESTO SOLAR FOTOVOLTAICA:</b> Se identificó el área con baja fertilidad y poco uso agrícola en la Mina de Agregados la Luisa, donde se pretende instalar una batería de paneles solares hasta 500 kWp para entregar aproximadamente 710,000 kWh/año sustituyendo parte de la operación realizada con diesel en la tecnología para la molienda de áridos.</p> <p><b>ESCENARIO DE REFERENCIA BIOMASA:</b> Se identificó una superficie con más de 621 hectáreas donde el 90% de la plantación se corresponde al género de Acacias en un radio no mayor de 5 km de la propia industria cementera y asociado a este tema a través de la Asociación de Productores de Biomasa en un radio no mayor de 50 km se identificaron otras 3,100 hectáreas dedicadas a plantaciones con rápido crecimiento y con condiciones favorables para aprovechamiento energético.</p> <p>Dado los escenarios antes mencionados se sitúa su problema actual en la identificación de cuatro componentes generales que pueden ser atendidos por diferentes fondos multilaterales y bilaterales, así como fondos públicos y privados para una potencia eléctrica escalanoda desde 4,000,000 kWh/año y no sobre pasar los 12,000,000 kWh/año con un aproximado de 8,000 horas al año de trabajo, de la siguiente forma:</p>	

**Componente No 1:** Estudio, permisos y evaluación para la introducción de procedimientos en el proceso tecnológico para solar fotovoltaica, así como el procesamiento e implementación de la tecnología biomasa apropiada a mediana escala para las condiciones de la Industria Cementera en la República Dominicana.

**Componente No. 2:** Estudio e Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos a escala piloto con una capacidad de 500 Kwp en las áreas menos fértiles de la mina de agregados “La Luisa”, para una producción estimada de 710,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de monitoreo y reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.

**Componente No. 3:** Estudio e Implementación de una tecnología demostrativa a escala piloto de Gasificación de 500 kWe de forma modular para residuos de biomasa, hasta llegar una producción que no exceda los 12,000,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de monitoreo y reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.

**Componente No.4:** Implementar elementos transversales para una gestión integral del proyecto, mejorando la integración, las políticas de planificación, promoción de la igualdad entre los géneros; mediante un programa de asistencia técnica que conlleva al: fortalecimiento de capacidades, comunicación, sensibilización y gestión del conocimiento en proyectos innovadores e inclusión social. Propuesta de un sistema MRV.

En general, el consumo de **Cementos PANAM** es de 85,500,000 kWh/año (PANAM-2019), para lo cual el proyecto catalizará el desarrollo de un mercado de energía renovable competitivo y eficiente que permita a la Republica Dominicana alcanzar sus objetivos de energía renovable establecidos en el plan de desarrollo estratégico 2030, al tiempo que aumenta la participación de la capacidad de generación por parte del sector privado en las industrias de alto consumo en el país.

Se espera que el proyecto sea ejecutado de forma escalonada con la cofinanciación de bancos internacionales y nacionales, así como agencias multilaterales para el desarrollo y fondos propios, para llegar escalonadamente a una potencia instalada de 11,700,000 kWh/año a partir de Biomasa que puede llegar a reemplazar el **11.5 %** de la demanda eléctrica de la industria y 500 kWp a partir de Solar Fotovoltaica que pueden llegar a reemplazar 710,000 kWh/año en la mina de agregados y que eviten unas 7,552.94 toneladas de CO<sub>2e</sub> anuales de emisiones de GEI a la atmósfera, una vez que todas las tecnologías integradas estén en funcionamiento y con un sistema para monitorear la reducción de emisiones en ambas tecnologías.

#### Alignment with GCF Criteria<sup>1</sup>

*Please provide a short summary of alignment of this project/programme with GCF's investment criteria. N/A*

#### Brief Rationale for GCF Involvement and Exit Strategy

*Please provide a short summary explaining why the GCF contribution is critical for the project/programme and how the project/programme sustainability will be ensured in the long run (after the project/programme is implemented with support from the GCF and other sources). N/A*

#### Financing/Cost Information

Details on financing sources:

	FUNDING SOURCE	AMOUNT (USD)	FINANCIAL INSTRUMENT (Equity, loan, guarantee, grant)	Tenor	Pricing	Seniority
	GCF financing	552,000.00 USD	Loan/Grant	( ) years	%	<a href="#">Options</a>
	Co-financing from AE (BID, CAF, BCIE,)	1,000,000.00 USD	Loan	( ) years	%	<a href="#">Options</a>

Other (Local Banks)	811,700.00 USD	Loan,	( ) years	%	<a href="#">Options</a>
Other (Sponsors)	1,077,300.00 USD	Equity	( ) years	%	
Other (GIZ, USAID, UE, UNEP, UNDP)	150,000.00 USD	Grant	( ) years	%	
<b>TOTAL PROJECT FINANCING = Total project cost</b>	<b>3,591,000.00 MUSD</b>				

**Table 1. Results Areas**

*Which of the following targeted results areas does the proposed project/programme address?*

Reduced emissions from:

- Energy access and power generation**  
(E.g. on-grid, micro-grid or off-grid solar, wind, geothermal, etc.)
- Low emission transport**  
(E.g. high-speed rail, rapid bus system, etc.)
- Buildings, cities, industries and appliances**  
(E.g. new and retrofitted energy-efficient buildings, energy-efficient equipment for companies and supply chain management, etc.)
- Forestry and land use**  
(E.g. forest conservation and management, agroforestry, agricultural irrigation, water treatment and management, etc.)

Increased resilience of:

- Most vulnerable people and communities**  
(E.g. mitigation of operational risk associated with climate change – diversification of supply sources and supply chain management, relocation of manufacturing facilities and warehouses, etc.)
- Health and well-being, and food and water security**  
(E.g. climate-resilient crops, efficient irrigation systems, etc.)
- Infrastructure and built environment**  
(E.g. sea walls, resilient road networks, etc.)
- Ecosystems and ecosystem services**  
(E.g. ecosystem conservation and management, ecotourism, etc.)

**Table 2. Investment Criteria Guidance Notes**

The following guidance note may help to present the potential of the Project/Programme to achieve the Fund's six investment criteria.

D.1. Climate impact potential [Potential to achieve the GCF's objectives and results]	GCF core indicators	Expected tonnes of carbon dioxide equivalent (t CO <sub>2</sub> e) to be reduced or avoided (Mitigation only)	Annual	7,552.94 tCO <sub>2</sub> e (una vez que estén todos los proyectos por tecnologías en operación)
			Lifetime	151,058.80 tCO <sub>2</sub> e (Se estima una vida de 20 años en operaciones)

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Expected total number of direct and indirect beneficiaries, disaggregated by gender (reduced vulnerability or increased resilience);</li> <li>Number of beneficiaries relative to total population, disaggregated by gender (adaptation only)</li> </ul>	Total	100 empleos de corta duración (durante la instalación solar fotovoltaica y la planta a partir de biomasa) y 15 empleos de larga duración (durante la vida útil de las tecnologías)				
			Percentage (%)	Al menos una comunidad aledaña en el 85%, tendrá un impacto positivo en el entorno y mejor vulnerabilidad ante los problemas que ocasiona el CC.				
Technology	Unit installed capacity (MW)	Capacity factor	Annual electricity Generation (MWh)	Grid EF (tCO <sub>2</sub> /MWh)*	Annual emissions avoided (tCO <sub>2</sub> )	Lifetime (yr)	Lifetime emissions avoided (tCO <sub>2</sub> )	
Solar PV	0.5	0.16	710.00	0.6155	437.00	20	8 740.00	
Biomass	1.462	0.89	11 700.00	0.6082	7 115.94	20	142 318.80	
<b>Total</b>			<b>12 410.00</b>		<b>7 552.94</b>		<b>151 058.80</b>	
<p>El proyecto tendrá una intervención en cinco sectores en un radio no mayor de 5 km de “Cementos PANAM” que abarca una superficie estimada de 621 hectáreas, mayormente conformada por áreas de plantaciones forestales y pastizales. Además de los estudios previstos, se realizarán operaciones en varias etapas que permitirán la puesta en marcha de los proyectos en forma escalonada, realizar los ajustes correspondientes y diseñar proyectos inversionistas para el escalado y replicación del modelo a nivel de país.</p> <p>El impacto principal del proyecto se espera en la integración de un modelo de Energético/Forestal, donde serán fortalecidas un conjunto de pequeñas y medianas empresas comunitarias, que incluyan insumos y productos energéticos, ganaderos y forestales, un producto de la industria en el mercado con un sello verde, entre otras actividades que permitirán un mejor rendimiento energético, un mejor encadenamiento productivo, potenciación de las cadenas de valor, mejoras en los servicios e insumos, acceso a tecnologías más eficientes, creación de empleos y retención de fuerza de trabajo en comunidades rurales aledañas.</p>								
D.2. Paradigm shift potential [Potential to catalyze impact beyond one-off project or programme investment]	<p>El proyecto acelerará el desarrollo paulatino del mercado de generación a partir de energías renovables en la República Dominicana, apoyando directamente un nuevo modelo productivo mediante la introducción de tecnologías de generación más eficientes impulsadas por el sector privado y el fortalecimiento de una integración de energía. Esto, a su vez, proporcionará un desarrollo duradero del mercado, contribuyendo al desarrollo de los proyectos de energía bajo el actual esquema de financiamiento de referencia en un nivel escalado, hacia las metas de generación renovable planteadas por el Gobierno Dominicano en la estrategia de Desarrollo 2030 y en correspondencia con los objetivos del GCF y los ODS.</p>							
	<p>En primer lugar, se prevé que las tecnologías renovables apoyadas directamente por el proyecto contemplen 1.96 MW de nueva capacidad de generación instalada a partir de solar fotovoltaica y biomasa. Esto representa aproximadamente el 25% en solar fotovoltaica y el 75% biomasa que se recomienda de forma escalonada, lo que podría alcanzar la potencia prevista a los 8 años desde el inicio del proyecto, si solo contempla las áreas propias.</p>							

Se crea un entorno propicio para la inversión en el sitio objeto de intervención con un nuevo modelo energético y sostenible, ya que las condiciones de inversión y los incentivos propuestos en el marco legal dominicano proporcionan esquemas financieros que permitan una continuación a largo plazo y financieramente sostenible según los resultados y actividades previstas en el proyecto.

El esquema propuesto es la ventana orientada al sector público y privado, cuyo objetivo es que el 25% de la generación de electricidad en 2030 se base en fuentes renovables. Los progresos hacia el objetivo más amplio del 25% se buscarán a través de la Estrategia Nacional de Desarrollo del país y sus ejes estratégicos, así como los incentivos al desarrollo de proyectos descritas en la Ley de Energías Renovables 57-07. Sin embargo, la materialización del inmenso potencial renovable de República Dominicana más allá de este objetivo requerirá un crecimiento sostenido de las inversiones del sector privado, a largo plazo.

El proyecto tiene un carácter Innovador ya que plantea un nuevo modelo energético integrador, con las ideas de utilizar una energía más limpia dentro de un sector con alto consumo energético, sin perder su objeto principal en la cadena industrial para la producción de cementos y mantener un pulmón forestal a partir de plantaciones forestales manejadas y como elemento innovador introducir una matriz energética eficiente y moderna que integre las energías renovables para un consumo in situ.

El proyecto contribuye mediante un nuevo modelo de las energías renovables y la integración para aumentar y profundizar un intercambio de conocimientos o aprendizaje a nivel de proyecto, lo cual generará lecciones aprendidas tales como:

- Aumentar la capacidad de los responsables para la gestión del consumo eléctrico en la industria, pudiendo evaluar, anticipar y mejorar la capacidad de acomodar de manera sostenible la nueva penetración de energía renovable al sistema de distribución en la propia industria;
- Abordar algunas de las barreras no financieras más inmediatas, en torno al desarrollo técnico del proyecto y sus actividades mediante la capacitación y la transferencia de conocimientos, como la mejor gestión de los procesos y sistemas de licitación;
- Evaluar y proporcionar una financiación adecuada para el escalado en las tecnologías propuestas en las primeras actividades, demostrando la viabilidad de invertir en este mercado a futuro;
- Con la acumulación de productos o resultados en el tiempo se obtendrían: capacidades mejoradas y vínculos entre patrocinadores de proyectos, desarrolladores, proveedores, financieros y consultores;

En general el proyecto se construye a través de varios componentes que se integran para favorecer un cambio de paradigma que beneficia en gran medida la mitigación, a través de productos transversales, aparición de nuevos actores del sector privado y tecnologías integradas a esas cadenas de valor más eficientes (mercado, cadenas de suministros y de comercialización de los productos, servicios financieros, entre otros), a la vez que se obtienen co-beneficios de la mitigación en el sector.

<p>D.3. Sustainable development potential [Potential to provide wider development co-benefits]</p>	<p>La República Dominicana centra sus esfuerzos en promover modelos nuevos y modernos con una productividad elevada basada en la integración de la energía renovable, el proyecto apoyará el desarrollo económico en una industria productiva y con potencialidades para su crecimiento en la región del Caribe.</p> <p>Los esfuerzos iniciales para promover un nuevo modelo energético se centran en la zona este del país para que el proyecto también apoye el desarrollo económico en una región de bajos recursos y subdesarrollada en la zona de San Jose de los Llanos.</p> <p>Para el programa energético sostenible en el sector cementero del país se tendrán en cuenta ventajas que deben manejarse para que no se conviertan en barreras en los aspectos ambientales, económicos, técnicos, legales y sociales resultantes del uso de los combustibles biomásicos para la región:</p> <p><b><u>Ambientales:</u></b></p> <p>El uso eficiente de la biomasa forestal para la producción de energía genera ventajas ambientales sobre la utilización de combustibles fósiles:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bien manejada, constituye un recurso natural renovable y por tanto, una fuente permanente de energía.</li> <li>- Recuperar grandes áreas ganaderas y agrícolas marginales a la actividad productiva que se encuentra abandonadas.</li> <li>- El aprovechamiento de energía producida a partir de biomasa forestal, de plantaciones forestales, podrá aportar una contribución de mantener un equilibrio provechoso entre la liberación de CO<sub>2</sub> y la fijación fotosintética del carbono.</li> </ul> <p><b><u>Económicos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Autosuficiencia energética para sus operaciones lo que incide positivamente en el costo de producción de su objeto y el consumo de electricidad para todo el proceso.</li> <li>- Falta de líneas de crédito que apoyen el establecimiento de plantaciones para autoabastecimiento de biomasa y para el desarrollo tecnológico que mejore la eficiencia de este recurso energético. Las altas tasas de interés no incentivan a la empresa privada a invertir en plantaciones con fines energéticos.</li> </ul> <p><b><u>Técnicos:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Falta de conocimiento sobre el manejo y comportamiento de rebrotes en las plantaciones energéticas, que permita el uso sostenible del recurso.</li> <li>- Falta de personal capacitado para brindar la asistencia necesaria para un empleo adecuado del recurso forestal como portador energético y la operación de la tecnología adecuadamente</li> <li>- La escasez del recurso forestal para biomasa obliga al productor y al consumidor a utilizar cualquier especie, provocando efectos sobre especies en extinción.</li> <li>- Falta de investigación en los índices de sitios al momento de establecer plantaciones energéticas, lo que conduce a cometer errores en la evaluación de sus rendimientos.</li> <li>- Niveles de investigación muy deficientes en materia de bosque, plantaciones y desperdicios energéticos.</li> <li>- Desconocimiento de las tecnologías apropiadas y eficientes para la generación de energía a partir de biomasa agrícola/forestal.</li> </ul> <p><b><u>Legales:</u></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Al no tener bien definida la tenencia de la tierra, los propietarios no se abren a invertir en la actividad forestal.</li> <li>- Las leyes forestales y ambientales que rigen en el país no incentivan el desarrollo de plantaciones con fines de producción energética, el uso de tecnologías apropiadas para</li> </ul>
--	--

mejorar la eficiencia del uso de la biomasa como alternativa de sustitución energética.

**Social:**

- Ausencia de una cultura para el aprovechamiento permanente del bosque y plantaciones energéticas.

- Los programas dendroenergéticos no han tenido apoyo en el área rural.

El proyecto específico puede traer los siguientes co beneficios económicos, sociales y ambientales:

- i. Beneficios socioeconómicos a través del empleo desde las acciones de levantamiento y construcción para las tecnologías propuestas con 100 empleos a corto plazo, y en las actividades de operación y mantenimiento del proyecto integral 15 empleos a largo plazo, siendo más del 85% de los empleados que provienen de las zonas y comunidades rurales aledañas a la zona del proyecto, así como la contratación de especialistas y técnicos nacionales para no tener que erogar moneda extranjera en pagos específicos.
- ii. Beneficios socioeconómicos del suministro de energía sostenible y más eficiente, desplazando un 11.5% de energía primaria consumida de la red interconectada por la Industria; y por tanto un servicio más estable y con una reducción de las pérdidas eléctricas sustantivas.
- iii. Efectos acumulativos respecto a la variación climática mediante la reducción de los Gases de Efecto Invernadero (GEI) estimada en 151,058.8 ton de CO<sub>2e</sub> en los 20 años de vida para las tecnologías propuestas;
- iv. Disminución de las emisiones atmosféricas (Particulados) y otros tipos de contaminación ambiental asociados con la producción tradicional de energía menos eficiente;
- v. Aumento de la penetración en el mercado de los patrones modernos mediante tecnologías más eficientes como la Gasificación de Biomasa, así como la demanda de personal altamente calificado y con una base técnica de alto estandar;
- vi. La incorporación en los nuevos puestos de trabajo favoreciendo en un 85% la inclusión social de las comunidades aledañas y estimulando la equidad de género en las operaciones mecanizadas de las tecnologías previstas.

Además, dada la escala del proyecto propuesto, se crearía una oportunidad para trabajar en estrecha colaboración con los desarrolladores de proyectos de redes, centros y sociedades elegibles para desarrollar e implementar un plan comprensivo asegurando que las mujeres y los hombres puedan acceder igualmente a las oportunidades relacionadas con las operaciones en términos técnicos y habilidades operativas para la creación de empleos con equidad.

El proyecto mediante sus aliados e implementador local, procurará establecer asociaciones con escuelas de formación profesional/técnica, a fin de mejorar el acceso de las mujeres jóvenes al desarrollo de competencias técnicas pertinentes.

También se prestará atención al desarrollo de una campaña de relaciones públicas, de información y sensibilización legible sobre el alcance de los beneficios a largo plazo de la integración de las energías renovables y alternativas con un modelo productivo adecuado al sector cementero que conlleven a reducciones de emisiones de GEI.

<p>D.4. Needs of recipient <i>[Vulnerability to climate change and financing needs of the recipients]</i></p>	<p>La República Dominicana es muy vulnerable a los impactos del cambio climático, debido a una combinación de dos actividades, una de ella relacionada con los eventos extremos y la otra con una presión creciente sobre la infraestructura energética de una economía en crecimiento.</p> <p>Se espera que el sector privado desempeñe un rol importante en la implementación de la capacidad de energía renovable y alternativa al sistema nacional para limitar el impacto del cambio climático asociado a la segunda actividad antes mencionada. En este contexto, el proyecto propuesto abordará las limitaciones financieras de los promotores del sector privado y, en general, reducirá la vulnerabilidad del país ante el cambio climático mediante la reducción de las emisiones de GEI en República Dominicana.</p> <p>El país está enfrascado en un proceso de crecimiento de su modelo económico que expresa, con una visión de futuro, y el Plan Nacional de Desarrollo Económico y Social hasta 2030: Propuesta de Visión de la Nación, Ejes y Sectores Estratégicos. En tal sentido se ha definido el contenido cualitativo de la estrategia a seguir, apuntando hacia: un gobierno eficaz y la integración social; la integración del sector público-privado; la transformación productiva e inserción internacional; el desarrollo de las infraestructuras; el potencial humano, la ciencia, la tecnología y la innovación; los recursos naturales y el medio ambiente; y el desarrollo humano, la equidad y la justicia.</p> <p>El proceso de transformación planteado en los programas nacionales y la alineación de este proyecto requiere del fortalecimiento de las capacidades existentes y la creación de nuevas plataformas que coadyuven al logro de los objetivos planteados.</p>
<p>D.5. Country ownership <i>[Beneficiary country ownership of project or programme and capacity to implement the proposed activities]</i></p>	<p>República Dominicana ha demostrado un firme compromiso con el desarrollo del sector energético para un desarrollo creciente en su economía, plasmado en la La Ley No. 1-12 "Estrategia Nacional de Desarrollo 2030", en su cuarto eje estratégico, procura una sociedad de producción y consumo ambientalmente sostenible, también ha trasado Lineamientos de una Estrategia Nacional de Cambio Climático y una propuesta de Plan de Acción Nacional para la Adaptación al Cambio Climático, ambos documentos están encaminados al desarrollo de programas y medidas que incorporen el tema del cambio climático en los planes y políticas públicas nacionales de desarrollo.</p> <p>El país ha planteado metas ambiciosas para reducir sus emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) per cápita. Otro de los objetivos consiste en reducir la dependencia de las importaciones de combustibles fósiles, así como sus impactos en el medioambiente incluyendo aquellos asociados al cambio climático. La meta es reducir las emisiones de GEI en un 25% para 2030 con relación a 2010.</p> <p>Como parte de estas reformas, la Ley 57-07<sup>2</sup> establece objetivos específicos para que el sector eléctrico incremente su cuota de renovables a un 25% en la matriz de generación de electricidad para 2025.</p> <p>La importancia de las energías renovables en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero en República Dominicana está declarado en la Contribución Nacionalmente Determinada (NDC) de país como parte de sus aportes estratégicos clave para abordar la mitigación del cambio climático. Por lo que el proyecto está alineado y en correspondencia con las políticas y estrategias nacionales trazadas en el país y los acuerdos internacionales firmantes.</p> <p>El sector eléctrico de la República Dominicana se está desarrollando rápidamente. Las reformas que empezaron a finales de la década de los 90's han definido su estructura institucional actual. Como resultado de dichas reformas, se ha llevado a cabo la separación de las actividades que conforman la cadena de suministro eléctrico, y se ha incrementado la participación del sector privado en la generación y autogeneración.</p>

<sup>2</sup> Ley 57-07 de 7 de mayo del 2007, sobre Incentivo al Desarrollo de Fuentes Renovables de Energía y de sus Regímenes Especiales.

	<p>El Sistema Eléctrico Nacional Interconectado de la República Dominicana, o SENI, suministra el 87% de la electricidad consumida en el país. La red de transmisión de alto voltaje pertenece a una única empresa estatal, la Empresa de Transmisión Eléctrica Dominicana o ETED, mientras que tres compañías del sector público, con concesiones en tres zonas geográficas diferentes, distribuyen el 78% de toda la electricidad consumida. Otras siete empresas más pequeñas, en su mayoría privadas, generan y distribuyen electricidad en zonas no interconectadas al SENI.</p> <p>La República Dominicana ha establecido instituciones sólidas para implementar su estrategia en el sector energético, así como un procedimiento para las concesiones en nuevos proyectos ya sea de energía renovable u otras energías más eficientes, aquí incluye a la Comisión Nacional de Energía (CNE), entidades públicas con ventanillas únicas en permisos y estudios complementarios, asesores técnicos y jurídicos, entre otros actores. La estrecha cooperación entre estas autoridades y las empresas peticionarias (Sector Público-Privado) orientan sus actividades y capacidades para aplicar una estrategia de renovación en sector energético y ambiental.</p> <p>También otras iniciativas, estudios y estrategias que ha generado el país en el área del cambio climático y que se corresponden con la propuesta de intervención del GCF, tales como:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Asociación Dominicana de Productores de Cemento Portland (2018). En Ruta hacia la Sostenibilidad – Informe Anual 2017. ADOCEM: Santo Domingo.</li> <li>▪ Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales/PNUD/GEF (2018). Tercera Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.</li> <li>▪ Plan Nacional Dominicana Limpia (2017). Una iniciativa que pretende convertir al país en un “país limpio, ordenado y respetuoso del medio ambiente”.</li> <li>▪ CNCCMDL/MINERD/MESCYT (2012). Estrategia Nacional para fortalecer los Recursos Humanos y las Habilidades para Avanzar hacia un Desarrollo Verde, con Bajas Emisiones y Resiliencia Climática.</li> <li>▪ CNCCMDL/PNUD/SEMARENA (2011). Evaluación de Flujos de Inversión y Financieros para la Mitigación en el Sector Energía y Adaptación, en el Sector Agua y Turismo en la República Dominicana.</li> <li>▪ CNCCMDL/MEPYD/SEMARENA (2011). Plan de Desarrollo Económico Compatible con el Cambio Climático para la República Dominicana (PECC) 2011-2030.</li> <li>▪ SEMARENA/PNUD/GEF (2009). Segunda Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.</li> <li>▪ SEMARENA/PNUD/FMAM (2008). Plan Estratégico de Desarrollo de Capacidades Nacionales Para la Gestión Ambiental 2008-2015.</li> <li>▪ SEMARENA/PNUD/FMAM (2008). Lineamientos de la Estrategia de Cambio Climático de la República Dominicana. Santo Domingo, RD.</li> <li>▪ SEMARENA/GEF/UNDP (2006). Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones de Gases de Invernadero. Reporte para los años 1998 y 2000.</li> <li>▪ SEMARENA/PNUD/GEF (2004). Primera Comunicación Nacional de la República Dominicana a la CMNUCC.</li> </ul>
<p>D.6. Effectiveness and efficiency [Economic and financial soundness and effectiveness of the proposed activities]</p>	<p>Para República Dominicana es esencial el desarrollo del sector de las energías renovables y alternativas aumentando la participación del sector privado interesado en una matriz energética más limpia y un compromiso sostenible con las generaciones futuras, lo cual se ha visto obstaculizada por la falta de financiamiento adecuado a largo plazo, las evaluaciones de tecnologías adecuadas y la falta de conocimiento para operar Tecnologías Integradas, este proyecto propone abordar todos los cobeneficios derivados de un modelo energético integrado.</p> <p>La construcción de un programa a partir de renovables suman 1.96 MW de capacidad bajo el esquema Financiero de Referencia, en un periodo de 12 meses para la integración de tecnologías energéticas renovables (Solar Fotovoltaica y Biomasa), donde ambas tecnologías están planteadas para 20 años de explotación comercial, requerirá un financiamiento de USD 3.6 millones.</p> <p>Los bancos comerciales locales pueden proporcionar financiamiento en moneda dura para los proyectos de energía alternativa bajo el esquema financiero de referencia. La disponibilidad de financiamiento del GCF abordará la falta de deuda comercial a largo plazo en la vida del proyecto y elimina las brechas de capital en la estructura de financiamiento a los proyectos individuales enmarcados en la energía renovable.</p>

El análisis se ha realizado sobre la base de las operaciones de una planta energética integrada, donde la solar fotovoltaica con 0.5 MWp y biomasa con 1.96 MWe construidos bajo el esquema financiero propuesto en el **RESUMEN FINANCIERO**, basándose en un factor de emisiones para proyectos solares de 0.6155 tCO<sub>2</sub>/MWh y un factor de emisión de la red eléctrica de 0,6082 tCO<sub>2</sub>/MWh, se estima que ambas tecnologías contribuirán a reducir aproximadamente 7,552.94 tCO<sub>2</sub>e de emisiones anuales evitadas, lo que se traduce en alrededor de 151,058.8 tCO<sub>2</sub>e en la vida útil del proyecto.

La eficiencia operativa de este proyecto se espera que se logre a través de: la estimación del ahorro de CO<sub>2</sub> se calculó sobre la base de varios factores de capacidad desde 16.2% Solar Fotovoltaica y 89% Biomasa (más de 20 años) para un sistema integrado de energía renovable. El proyecto apoyará el desarrollo y la construcción de un Modelo Energético Integrado basado en las energías renovables con diferentes tecnologías por un total de USD 3,591,000 (es decir, el costo total estimado de la inversión en este proyecto).

Se espera que la entrada del proyecto de forma escalonada con el orden siguiente en las tecnologías renovables iniciando (Solar Fotovoltaica y Biomasa) se financien con un apalancamiento máximo del 70%, lo que corresponde a las necesidades de financiación de la deuda total de USD 2,513,700

Las contribuciones agregadas del GCF de USD 552,000 para la financiación de subproyectos en las renovables lo cual representará hasta el 16.4% de la financiación total necesaria para ejecutar los proyectos y representan el 20.3% de las necesidades de deuda. El ratio de apalancamiento del fondo para los cofinanciamientos y otros recursos financieros adicionales se proyecta en USD 1,000,000 lo que representa el 28%.

Se espera que cofinanciadores locales contribuyan con préstamos que representen hasta el 22.6% del costo total del proyecto para la puesta en marcha de las operaciones y en forma de equity los responsables o dueños apalanquen un monto de USD 1,077,300 lo que representa un 30% del total del monto de la inversión.

En cuanto al componente de asistencia técnica (Grant), el presupuesto total estimado para las diversas asignaciones es de USD 150,000.00 que representa un 4.2% del total de la inversión, aportados por los donantes bilaterales y multilaterales ya identificados.

## **ANEXOS.**

**Anexo No. 1.1** Procurement Plan. Cronograma para la introducción de las Tecnologías en Cementos PANAM mediante los componentes propuestos.

**Anexo No. 1.2.** Licencia Ambiental actualizada para la operación de Cementos PANAM. Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales. Nov.-2018. República Dominicana.

**Producto No. 1 Procurement Plan.  
Anexo No. 1.1. Cronograma para la introducción de las  
Tecnologías en Cementos PANAM mediante los  
componentes propuestos en el proyecto.**



## FUNDAMENTACIÓN

El desarrollo de las energías renovables contribuye al aprovechamiento de los recursos naturales existentes en la República Dominicana, al tiempo que beneficia la preservación del medio ambiente y otorga un valor adicional a los llamados residuos agrícolas y forestales.

En la República Dominicana hay una problemática creciente con el tema de los residuos y el no aprovechamiento de los subproductos que tienen un valor agregado antes de ir a parar a terrenos a cielo abierto o basureros comunes, así como la deposición de los mismos en las cercanías a los espacios de suelos y aguas, con altas probabilidades de incendios convirtiéndose en un problema ambiental para la geografía Dominicana.

Según lo antes expuesto, hoy se ofrecen soluciones innovadoras a problemas asociados con la energía, el cambio climático, la inclusión social en el entorno de Latinoamérica, con el objetivo de implementar tecnologías más eficientes teniendo como portador energético los residuos agrícolas y forestales, donde se le concede un valor agregado a las energías renovables de forma responsable con las generaciones futuras que pueden servir al desarrollo en correspondencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y los compromisos a través de las Contribuciones Nacionales Determinadas (NDC por su siglas en inglés) de reducir el 25% de las emisiones en el territorio nacional, firmado y ratificado en el Acuerdo de París.

Por lo que el resultado del proyecto propone el diseño e implementación de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible en el sector cementero del país, tomando como proyecto Piloto a "Cementos PANAM" lo que contribuirá a los compromisos asumidos por el país en su Contribución Nacional Determinada dentro del Acuerdo de París.

Dada la fundamentación expuesta sobre la necesidad de utilizar un residuo agrícola y forestal como puede ser las plantaciones de Acacia mangium establecidas en el área de amortiguamiento "CEMENTO PANAM" lo cual mantendrá un pulmón constante de absorciones de CO<sub>2e</sub>, el proyecto propone el diseño de un proceso para el aprovechamiento de un portador energético sostenible para la sustitución de combustibles fósiles en un proceso industrial que demanda una fuente energética constante (Eléctrica-Térmica) para su proceso industrial.

La iniciativa propuesta contribuirá apoyar al sector cementero de la República Dominicana, el cual representa el 5.8 % de las emisiones totales del país, según el último inventario nacional de INGEI-2015.

## OBJETIVO, COMPONENTES y ACTIVIDADES DEL PROYECTO.

El proyecto establece un objetivo general basado en el Diseño de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible en el sector cementero de la República Dominicana, mediante una tecnología para el desplazamiento de energía fósil en el sector con aplicaciones eléctricas, para satisfacer la demanda local de energía en un proceso industrial en una planta cementera del país comprometida con la reducción de emisiones de GEI y la constante mejora en la eficiencia energética.

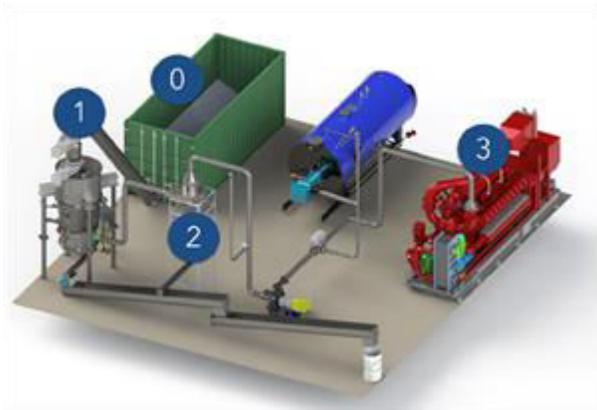
En la figura no. 1 se puede apreciar la densidad de árboles en los rodales de plantación que necesitan una intervención de forma urgente ya que representan un peligro potencial para incendios forestales a las comunidades aledañas, por lo que su utilización como portador energético sería bienvenido a la industria cementera.



Fuente: LatAm Bioenergy Mayo 2019

Figura No. 1. Plantaciones de Acacia mangium en las zonas de amortiguamiento de Cemento PANAM.

El esquema no. 1 se puede apreciar el diseño de una tecnología para el desplazamiento de energía fósil en el sector cementero a partir de biomasa forestal con fines energéticos, así como la obtención de subproductos con alto valor agregado (Biochar), como portador energético adicional, así como mejorador de suelo para las plantaciones energéticas previstas en sus sitios de operaciones de forma sostenible para mantener un pulmón de absorciones de CO<sub>2</sub>e de manera constante.



Esquema No. 1. Módulo compacto para la generación de energía a partir del aprovechamiento de la biomasa.

- 0. Silo alimentador
- 1. Gasificador LatAm
- 2. Filtrado de Particulado
- 3. Grupo Electrónico

### COMPONENTES y COSTOS

A continuación, se relacionan cuatro componentes relacionados con estudios, evaluaciones e Ingeniería, capacitación y puesta en marcha de las tecnologías la cual estará ajustada al diseño del proceso para toda la operación de aprovechamiento de la radiación solar y la biomasa para la sustitución de combustibles fósiles en el consumo eléctrico de la planta “CEMENTOS PANAM”. Lo cual tendrá en cuenta las tecnologías identificadas y la materia prima acondicionada para ser utilizada en la producción de energía (electricidad) en la Mina de Agregados la Luisa y en la propia industria cementera en un proyecto Piloto.

En la tabla no.1, se pueden apreciar los costos económicos de forma general para la implementación del **PROYECTO** en **CEMENTO PANAM** para todos los componentes, desde los estudios más detallados, permisos y evaluación para todo el, así como toda la fase de acondicionamiento de los portadores energéticos y el desarrollo de una ingeniería al detalle del proceso, para de esta manera introducir la fase de implementación, montaje y operación del sistema para la sustitución de tecnologías fósiles en los dos sitios antes mencionados.

**Tabla No. 1 Componentes, costos asociados y tiempo estimado para 365 días.**

COMPONENTES	Costos en USD*	Tiempo estimado/días
<b>Componente No 1:</b> Estudios, Permisos, Evaluación e Introducción de procedimientos para el proceso tecnológico en la tecnología solar fotovoltaica, así como el procesamiento e implementación de la tecnología biomasa apropiada a mediana escala para las condiciones de la Industria Cementera en la República Dominicana en Cementos PANAM.	121,000.00	Estudios, permisos, evaluaciones y preparación de sub-proyectos.
<b>Componente No. 2:</b> Estudio e Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos a escala piloto con una capacidad de 500 Kwp en las áreas menos fértiles de la mina de agregados “La Luisa”, para una producción estimada de 710,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de monitoreo y reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.	420,000.00	Montaje e instalación de las tecnologías previstas.
<b>Componente No. 3:</b> Estudio e Implementación de una tecnología demostrativa a escala piloto de Gasificación de 500 kWe de forma modular para residuos de biomasa, hasta llegar una producción que	3,000,000.00	365 días

que no exceda los 12,400,000 kWh/año apropiado a las necesidades y con un sistema integrado de monitoreo y reporte de las emisiones de GEI reportadas por el subsector cementos.		
<b>Componente No.4:</b> Fortalecimiento de capacidades, sensibilización y divulgación a los actores identificados en el proceso de diseño, evaluación e implementación de ambas tecnologías, así como la propuesta con los procedimientos de un sistema de MRV para cada tecnología modular que sirva para reportar las reducciones sectoriales de Gases de Efecto Invernadero (GEI) en la República Dominicana.	50,000.00	Un componente transversal que estará en el proyecto de forma continúa
<b>TOTAL</b>	<b>3, 591,000.00</b>	<b>365 días</b>

## CRONOGRAMA PREVISTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “Cementos PANAM”

	MES 1-2			MES 3-4			MES 5-6			MES 7-8			MES 9-10			MES 11-12		
<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>																		
<b>Componente No 1: Estudios, Permisos, Evaluación e Introducción de procedimientos para el proceso tecnológico en cada tecnología.</b>																		
Inicio de todo el proceso de licitación y presentación del proyecto siguiendo lo propuesto por la asistencia técnica de GIZ-CNCCMDL-LatAm Bioenergy																		
Identificación de espacios aproximados en Cementos PANAM para cada una de las tecnologías propuestas, según la decisión de la Junta Directiva (Ubicación de Planta de Biomasa y Parque Solar)																		
Análisis de riesgos y barreras para la introducción de cada tecnología a lo largo de todo el proceso de evaluación y montaje																		
Análisis técnico-económico según los análisis de viabilidad en el estudio de referencia LatAm Bioenergy 2019																		
Análisis de los riesgos económicos, tecnológicos, ambientales y sociales identificados en los estudios previos																		
Preparación para toda la permisología exigida en el contexto nacional y local. Permisos que exige la legislación actual. Documentos para Concesión Provisional ante la CNE. Concesión EDE-Este, otros																		
Descripción general del documento de ingeniería civil para cada tecnología propuesta tanto en la “Mina de agregados la Luisa” como en la propia industria cementera																		
Levantamiento de los polígonos según la descripción del documento de ingeniería civil propuesto. Trabajo de medición y orientación para la ubicación de ambas tecnologías a nivel de escala.																		
Elaboración de planos profesionales para la entrega de todo el proceso de obra civil y los planos de las tecnologías propuesta a nivel de escala.																		
Entrega de los documentos para cada sub-proyecto por separados y todos los permisos exigidos para iniciar la obra civil en ambos sitios																		

### CRONOGRAMA PREVISTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “Cementos PANAM”

	MES 1-2		MES 3-4		MES 5-6		MES 7-8		MES 9-10		MES 11-12	
<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>												
<b>Componente No. 2. Estudio e Implementación de Paneles Solares Fotovoltaicos a escala piloto con una capacidad de 500 Kwp en las areas menso fértiles de la mina de agregados “La Luisa”</b>												
Identificación de espacios apróximados y diagramas unifilares eléctricos. “Mina de agregados la Luisa”												
Análisis técnico-económico para seleccionar alternativa óptima y análisis de flujo eléctrico												
Cálculo de conductores y verificaciones correspondientes (calentamiento, admisible y cortocircuito)												
Descripción general del documento de ingeniería eléctrica para la planta propuesta “Mina de agregados la Luisa”												
Adquisición de los paneles y todos los insumos necesarios para el montaje en el mercado exterior y el mercado local												
Acondicionamiento de sitio y montaje de las estructuras evaluadas en la superficie indicada												
Montaje de los paneles y todos los agregados incluyendo las conexiones eléctricas in situ con personal técnico y los encargados de planta												
Implementación de los sistemas de control y protección, así como de comando y aparatos de maniobra para la interconexión a la red (Si procede) y soporte para verificar si se deben realizar cambios en la red eléctrica												
Entrega de la planta solar para el suministro de mina de agregados en pleno funcionamiento												

### CRONOGRAMA PREVISTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “Cementos PANAM”

	MES 1-2		MES 3-4			MES 5-6			MES 7-8			MES 9-10		MES 11-12	
<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>															
<b>Componente No. 3: Estudio e Implementación de una tecnología demostrativa a escala piloto de Gasificación de 500 kWe de forma modular para biomasa forestal.</b>															
Diseño y/o dimensioamiento de los sistemas para la tecnología modular de Gasificación															
Diseño del sistema para almacenamiento y alimentación de biomasa teniendo en cuenta una homogenización en su tamaño y secado integrado de la misma															
Diseño del sistema de extracción para el carbón y cenizas en la tecnología propuesta															
Sistemas de seguridad de operación y detección crítica ante eventos de causa mayor. Sistema de apagado automático de emergencia de provisión neumática															
Diseño de programa operativo autónomo para la formulación electrónica de carburación y de optimización de generación de energía															
Diseño de sistema de sincronización de energía a la planta cementera (off-grid)															
Fabricación de equipos en la República Dominicana (reactor de biomasa) utilizar la industria nacional															
Fabricación de equipos en el exterior (filtros y tableros de control y potencia)															
Adquisición de equipos y accesorios en el mercado internacional para la tecnología															
Evaluación de una opción eficiente para un grupo electrógeno a base de gas de síntesis															
Montaje y puesta en marcha de la planta con el equipo de generación y todos los controles necesarios															
Sincronización del Software para la Gasificación aplicado a la tecnología en todo su proceso															
Entrega de la planta de biomasa en operaciones, con acompañamiento de personal especializado y operadores in situ															

### CRONOGRAMA PREVISTO PARA LA IMPLEMENTACIÓN DEL PROYECTO “Cementos PANAM”

	MES 1-2		MES 3-4		MES 5-6		MES 7-8		MES 9-10		MES 11-12	
<b>ACTIVIDADES GENERALES</b>												
<b>Componente No.4:</b> Implementar elementos transversales para una gestión integral del proyecto; mediante un programa de asistencia técnica: fortalecimiento de capacidades, comunicación, sensibilización y gestión del conocimiento en proyectos innovadores e inclusión social. Sistema MRV.												
Fortalecimiento de la Unidad Coordinadora y Gestora del proyecto y de las empresas interesadas												
Esta actividad incluirá la capacitación técnica de los sub-proyectos externa al personal local pertinentes para toda la aoperación, haciendo énfasis en las comunidades y las mujeres												
Organización de reuniones, charlas, conferencias, seminarios, simposios, exposiciones en los temas objeto de intervención e intercambio de experiencias sobre el proyecto												
Sensibilización en el sector cementero-energético-forestal con los principales resultados del proyecto de forma integradora												
Diseñar y presentar a los decisores las propuestas y resultados esperados del proyecto, para su posterior replicación y escalado de un nuevo modelo energético en el país												
Realizar las auditorías internas, la preparación de informes, así como las actividades de monitoreo y evaluación del proyecto												
Gestión de riesgo del proyecto y remover las barreras identificadas para el éxito del mismo. Análisis de entornos habilitantes												
Gestión de los insumos, equipamiento y servicios requeridos para la gestión del proyecto. Asegurar el funcionamiento de la unidad de gestión												
Identificación de las variables más adecuadas para la propuesta de un sistema de MRV para las tecnologías implementadas para medir las emisiones de GEI removidas por el proyecto												

**ACUERDO ESPECIAL GIZ-LatAm Bioenergy Dominicana**

**No. Contrato: 83320856**

**PRODUCTO NO. 2**

**PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO y APROVECHAMIENTO FORESTAL con fines energéticos a partir de plantaciones de Acacia mangium en Cementos PANAM, Distrito Municipala de Villa Gautier. Camino Vecinla Gautier-El coco. San Pedro de Macorís. República Dominicana.**

**PERIODO 2019 – 2023**



**PROPUESTA COFECCIONADA POR:**

**LATAM BIOENERGY DOMINICANA S.R.L.**

**JUNIO 2019**

**Propuesta de Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal.  
Plantaciones Forestales de la Sp Acacia mangium en los perimetros de la Cementera PANAM.  
Distrito Municipal de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís.  
República Dominicana; Junio 2019.**

A: CEMENTOS PANAM.

DE: LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L.

A continuación se entrega el Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF) para la implementación de las actividades de manejo, aprovechamiento y plantación en 175 hectáreas (2,800 tareas) de Acacia mangium en los terrenos cercanos a la "Industria Cementera" con fines energéticos, para su posterior utilización de la biomasa en procesos energéticos ( Calor-Electricidad) en la República Dominicana.

Elaborado por:

\_\_\_\_\_

Iván Relova Delgado

Ingeniero Forestal, PhD.

Aprobado por:

Recibido por:

\_\_\_\_\_

Eduardo Lora Yunen

LatAm Bioenergy Dominicana

\_\_\_\_\_

Giuseppe Maniscalco

CEMENTOS PANAM

## INDICE

### Contenido

<b>RESUMEN.....</b>	<b>4</b>
<b>INTRODUCCION.....</b>	<b>5</b>
<b>1. JUSTIFICACION.....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
2.1. OBJETIVO GENERAL: .....	7
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	7
<b>3. MARCO TEORICO. ....</b>	<b>8</b>
3.1. PLAN DE MANEJO y APROVECHAMIENTO FORESTAL. ....	8
3.1.1 Efectos del Plan de Manejo Forestal: .....	8
3.2. PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL. ....	8
3.2.1. Volumen Aprovechable esperado:.....	9
3.2.2. Aprovechamiento Energético: .....	9
<b>4. MARCO LEGAL. ....</b>	<b>10</b>
<b>5. MARCO METODOLOGICO.....</b>	<b>12</b>
<b>6. RESULTADOS Y ANALISIS.....</b>	<b>13</b>
6.1. PLAN DE MANEJO PARA PLANTACIÓN FORESTAL.....	13
6.1.1. Localización de Proyecto: .....	13
6.1.2. Aspectos Legales y Tenencia de la Tierra: .....	13
6.1.3. Reconocimiento de campo y análisis de vegetación: .....	14
6.1.4. Caracterización Biofísica del Sitio: .....	15
6.1.5. Descripción de la Especie objeto del PMAF: .....	16
6.1.6. Densidad de Siembra: .....	19
6.1.7. Aislamiento de la Plantación: .....	19
6.1.8. Limpieza: .....	19
6.1.9. Mantenimientos y Fertilización: .....	20
6.1.10. Control Fitosanitario y de Malezas: .....	20
6.1.11. Resiembra: .....	20
6.1.12. Costos del Establecimiento y Mantenimiento: .....	20

<b>6.2 PLAN DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.1 Volumen Aprovechable:.....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.2. Operaciones del Aprovechamiento Forestal con fines energético: .....</b>	<b>22</b>
<b>6.2.3. Rutinas de seguridad en el desramado y tronzado: .....</b>	<b>25</b>
<b>6.2.5. Procedimiento de operaciones para el aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos:.....</b>	<b>27</b>
<b>6.2.6. Mano de Obra en las Operaciones de Aprovechamiento Forestal:.....</b>	<b>29</b>
<b>6.2.7. Costos del Aprovechamiento Forestal: .....</b>	<b>30</b>
<b>6.3 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA CAPACITACIÓN.....</b>	<b>31</b>
<b>6.3.1 Capacitación en el proceso de cosecha .....</b>	<b>31</b>
<b>7. CONCLUSIONES.....</b>	<b>35</b>
<b>8. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>36</b>
<b>BIBLIOGRAFIA REVISADA Y CONSULTADA. ....</b>	<b>37</b>

## RESUMEN

Con base en el proyecto de forestación y aprovechamiento energético a base de biomasa forestal en "CEMENTOS PANAM", ubicada en la Municipalidad de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El coco, Provincia San Pedro de Macorís en la República Dominicana; se adelanta la construcción del Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal ("PMAF") específicamente para el manejo y aprovechamiento de plantaciones con fines energéticos de la especie *Acacia mangium* en una extensión inicial de **469.3 hectáreas** de ellos fueron identificados **175.4 hectáreas** plantadas de la especie *Acacia* en el levantamiento en el periodo abril-mayo 2019 en los sectores objeto de estudio representando el **37.4%**, con un superficie de **258.8 hectáreas** con la presencia de calveros mayores, líneas de transmisión eléctrica, canales de agua y espacios abiertos representando el **55.1%** del área total y con **35.1 hectáreas** de otras especies, caminos primarios y perturbaciones menores, representando un **7.5%** del total identificado dentro de la demarcación total.

Para la elaboración del PMAF se caracterizó, cuantificó y se evaluó las características del sitio y las plantaciones para un aprovechamiento forestal con fines energéticos en cada uno de los sectores levantados según el informe "INVENTARIO FORESTAL en plantaciones de *Acacia mangium* MAYO 2019".

Tomando las **175.4 ha** total aprovechable para en los cuatro sectores con una edad entre **1.5 y 4.3 años** se estiman un potencial de **48 arboles/ hectárea** para el sector 4 siendo el más joven y **68 árboles/hectárea** promedio para los sectores 1,2 y 3 más adultos los cuales no tuvieron diferencias significativas entre ellos. Donde el sector 1 y sector 2 con un volumen aproximado de **68.62 ton/ha y 64.36 ton/ha**, con estos datos se determinan los momentos idóneos de entresaca en árboles con fines energéticos (a los **4.3 años**). El sector 3 con una masa más joven, pero más densa en población tuvo un volumen aproximado de **44.47 ton/ha** y el sector 4 siendo el más joven con una edad promedio de **1.5 años** y una escasa supervivencia en la demarcación efectuada con un volumen de **8.86 ton/ha** en sitios de plantación sin intervenciones silvícolas.

Por todo lo explicado anteriormente y tomando el escenario de referencia actual con 175.4 hectáreas entre 1.5 y 4.3 años "CEMENTOS PANAM" excluyendo el sector No. 5, el pulmón forestal a partir de plantaciones de *Acacia* entre los límites de inferior y superior calculados promedia **9,676.35 toneladas** de biomasa en pie al **50% de humedad** las cuales pueden ser aprovechadas comercialmente con fines energéticos con un precio de venta de referencia de **37 usd/ton** de madera rolliza, lo que reportaría un ingreso estimado de **358,024.95 USD**.

Los costos asociados en la plantación y manejo del primer año de plantación para **175 hectáreas** previstas de la especie *Acacia mangium* se estiman **44,016.4 usd** para todas las actividades de plantación, manejo de las actividades silvícolas, acondicionamiento de los rodales y fertilizantes, aquí no se incluyen los costos de preparación de los caminos secundarios para las actividades propuestas. Así como los costos asociados a las actividades de aprovechamiento forestal en un año se estiman en **38,900.92 usd**, para un costo total de operaciones en el manejo y aprovechamiento por año de **82,917.32 usd**.

El PMAF constituye en el mapa de ruta para un aprovechamiento sostenible con fines energéticos en plantaciones comerciales, dada una población aprovechable a los **4.3 años** de plantados, lo que puede sostener el aprovechamiento energético de forma permanente de **0.5 MW** a una Central de Gasificación de Biomasa por **1.9 años** de forma continua, dado un factor de capacidad proyectado de **650 Kg/biomasa/hora** de forma eficiente.

## INTRODUCCION

La junta de accionista de **"CEMENTOS PANAM"**; tiene por objetivo establecer, manejar y cosechar plantaciones en terrenos de aptitud forestal propios, con especies que le aseguren una fuente sostenible de madera para producir competitivamente energía limpia a partir de biomasa y ayudar a cumplir con los compromisos nacionales e internacionales asumidos por el país con la reducción de emisiones a través de fuentes renovables, obteniendo la mayor productividad, en armonía con el ambiente, desarrollando las mejores condiciones de trabajo y de vida para los trabajadores junto con las comunidades en las zonas de influencia.

Para la elaboración del PMAF se caracterizó, cuantificó y se evaluó las características del sitio y las plantaciones para un aprovechamiento forestal con fines energéticos en cada uno de los rodales levantados según el informe **"INVENTARIO FORESTAL en plantaciones de Acacia mangium MAYO 2019"**. se realizó una evaluación para la labores silviculturales y posteriormente la propuesta de plantación de la especie Acacia, para lo cual se implementó un levantamiento técnico en el campo con un grupo de profesionales, técnicos y empleado de la Industria, realizando un recorrido y levantamiento para determinar las existencias de las áreas más adecuadas y volumen estimado del 37.4% del área total de Acacias plantadas para su futuro aprovechamiento con fines energéticos, teniendo en cuenta que un 62.6% de suelos está caracterizados con otros elementos que no corresponden a las plantaciones de Acacia inicialmente.

Por otra parte, el objetivo económico que se persigue en el proyecto se logra implementando un buen plan de manejo, aprovechamiento y plantación de Acacias con fines energéticos, tomando en cuenta los términos de entresacas de árboles débiles, enfermos y malformados a los 1.5 años de la plantación. Aun no ha ocurrido la regeneración natural, no se han realizados raleos silviculturales, ni mantenimiento fitosanitario, ni abonado, ni podas, la supervivencia de la plantación prevista posterior al aprovechamiento en terrenos bajos y con predominio de calizas la plantación de Acacia no sobrevivió en muchos de los espacios con plantación. Se continuará con un manejo forestal adecuado indicando un aprovechamiento de forma escalonada en cada una de los sectores identificados, y posteriormente la siembra en áreas determinada no excederá las 1 024 plántulas/hectáreas de forma escalonada, en un marco de plantación propuesto de 3.0x3.0 metros con fines energéticos.

La estimación del incremento medio anual ("IMA") determinada en la evaluación sobre el crecimiento en diámetro es de 1-2 cm/año/individuo y en altura de 1-3 m/año/individuo dada por las condiciones del terreno que son favorables, el régimen pluviométrico de la zona está asociado a 1050 mm/año, así como las variables edafoclimáticas existentes en la zona, son favorables para las plantaciones de Acacia.

Este documento constituye un PMAF en las labores de manejo, aprovechamiento y plantación con fines energéticos de la especie Acacia mangium oriunda de Australia, Papúa, Nueva Guinea y el este de Indonesia. Dicho plan tendrá como objetivo la implementación de actividades para el aprovechamiento con fines energéticos de acuerdo con lo establecido en los estándares nacionales e internacionales, el manejo y la plantación posterior a la intervención, su adecuado manejo silvicultural y su tratamiento fitosanitario.

Su madera se utiliza para carpintería, construcción, artesanía, utensilios para agricultura y mueblería, aunque sus grietas y rajaduras al disminuir el contenido de humedad pierden calidad en el mercado antes mencionado, por lo tiene un mayor valor en el mercado energético, como leña y carbón de calidad reconocida, así como chip de madera para los procesos de gasificación en tecnologías más eficientes con un poder calorífico que oscila entre 4,800 y 4,900 Kcal/kg, según López G, Octavio; (2012).

La especie requiere suelos con buen drenaje y pH bajo. Debe podarse por debajo de los 6 metros antes de que alcancen los 2cm de diámetro. El raleo deberá hacerse desde los 2 años. En la República Dominicana se han reportado incrementos en altura de 4 metros/año e incremento en el diámetro de 4cm/año y volúmenes de 300 m<sup>3</sup>/ha a los 12 años de plantados (Arboles adultos).

La especie tiene limitantes en cuanto a que no resiste períodos secos prolongados, así como es poco tolerante a terrenos muy húmedos o encharcados, es intolerante a condiciones salinas, sombra y bajas temperaturas, puede producir ramificación con múltiples tallos, es susceptible a la pudrición del corazón y también podría convertirse en una maleza, bajo ciertas condiciones.

El plan hace las veces de un MTP (Medium Term Plan) pues tiene en consideración todos cambios de orden técnico, demandas y operativos que se requieren durante los próximos cuatro años y como tal, es el resultado de una visión integral del manejo, que involucra procesos administrativos, técnicos, sociales y ambientales, junto con los nuevos retos empresariales que representa el ingreso a nuevos nichos de mercado. Es por lo tanto una guía para que las personas involucradas en la operación forestal realicen las intervenciones ordenadas, permitiendo lograr sus objetivos dentro de un plan de capacitación.

Los soportes del PMAF son los Modelos de Planificación y el Sistema de Información Forestal – SIF. Con ellos se garantiza a los distintos grupos de interés, que se apliquen las medidas y precauciones necesarias que le permitirán a Cementos PANAM abastecer la Planta de Biomasa, regular en el tiempo los volúmenes a cosechar por rodales, optimizar el uso de la oferta ambiental (suelo y clima), dar continuidad al programa de capacitación, proteger los bosques plantados, proteger los recursos hídricos, mantener el trabajo con las comunidades, preservar la dinámica de mejoramiento e innovación en sus diferentes procesos y generar su propio flujo de fondos financieros.

Los terrenos no presentan pendiente por lo que se clasifica en zona llana, son de color negro, algunas zonas bajas las cuales influyen en encharcamientos en el periodo lluvioso, las parcelas no están delimitadas por rodales, sino por cinco sectores con extensión total de 687.5 hectáreas (11,000 Tareas) y una presencia de espacios a cielo abierto (Calveros) relativamente muy alta.

Por lo antes expuesto se propone iniciar el diseño de un Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (“PMAF”) específicamente para la plantaciones de Acacia mangium, con fines energéticos de la especie Acacia mangium en una extensión de 175.4 ha correspondiendo al 37.4% del área total de “Cementos PANAM” solo para los cuatro sectores repprtados con una superficie de 469.3 ha, dejando así el secto 5 por no haberse plantado.

Según los planos ofrecidos por Cementos PANAM se habían identificado 469.3 ha de Acacias plantadas en los cuatro sectores y el trabajo de campo recién realizado por el equipo de “LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L.” demuestra que el 52.8% de los terrenos están cubiertos con otras especies y con espacios libres (Calveros y perturbaciones) dentro de las plantaciones de Acacia en los dieferentes sectores con una edad promedio de entre 1.5 y 4.3 años y el sector más joven con un total de 88.75 ha del total con una edad promedio (1.3 año) en sitios menos favorables y el coeficiente de supervivencia fue muy bajo para este sector.

Existe la presencia de otras especies de valor económico tales como (Gmelina Arborea, Caoba y Teca) con un área ocupada de 12.4 hectáreas, lo cual se corresponde al 2.4% del área, además de contar con un área de 22.7 hectáreas comprendida en categoría de cañadas, caminos y calveros menores expresado en 4.8% del área total, y se resalta las grandes extensiones de superficie con calveros mayores, áreas barbechos, perturbaciones, líneas de transmisión eléctrica, canales de agua y superficie de pastoreo con 258 hectáreas para un 55.1 % de la superficie total evaluada.

## **1. JUSTIFICACION.**

Esto convierte el proyecto en un modelo a seguir desde la materia prima verde para la generación de energía en plantas consumidoras de energía fósil para la República Dominicana, motivando a otras industrias del país que le apuesten a las plantaciones energéticas adecuadamente manejadas; esto trae algunas ventajas como son la disminución de la presión sobre los bosques naturales existentes, la diversificación de los sistemas productivos del municipio, la generación de empleo para mujeres y hombres, la planeación a largo plazo del uso del suelo y

los espacios naturales, la obtención de un portador energético de excelente calidad y renovable; igualmente esto permitirá mejorar la cadena de producción baja en carbono en el proceso industrial, así como la mitigación de impactos socio-ambientales, obteniendo un producto como sostenible, aumentando la cadena de valor en el mercado y los flujos financieros para "Cementos PANAM" con un sello verde a sus productos comerciales.

## 2. OBJETIVOS.

### 2.1. OBJETIVO GENERAL:

Diseño y elaboración de un Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF) con fines energéticos, a partir de plantaciones de la especie Acacia mangium, (PMAF) 2019- 2023, el mismo tiene como características relevantes el mostrar las acciones administrativas previstas y evaluar el impacto de las mismas en el mediano y largo plazo, en las áreas de amortiguamiento de Cementos PANAM, en la República Dominicana.

Si bien el objetivo plantea un PMAF, el resultado que pretende "Cementos PANAM" es el abastecimiento de astillas de biomasa a partir de la Acacia mangium para fines energéticos propios y cuando sea viable económicamente se podrán obtener y comercializar otros productos forestales como cobeneficios al proceso.

### 2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Caracterizar físicamente el terreno de 469.3 hectáreas de Acacia mangium según los planos entregados por Cementos PANAM y su designación catastral, mediante una observación y recorrido técnico al sitio;
- Elaboración de una propuesta técnica para la toma de datos a partir de un diseño estadístico para un levantamiento de datos en campo y su procesamiento para obtener el Inventario Forestal para el área prevista real;
- Proponer un Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal que contenga todas las actividades previstas según la legislación Dominicana actual;
- Planificar un plan de plantación para las áreas de intervención identificadas, definir el marco de plantación, el manejo silvicultural de la plantación y otras labores asociadas, sobre un porcentaje del territorio de forma escalonada cada año para que sea sostenible en el tiempo;
- Planificar el aprovechamiento forestal con fines energéticos a partir de las plantaciones de Acacias en estado maduro y realizar una evaluación visual sobre las vías de saca (camino primarias o secundarias) para el 25% de forma escalonada cada año;
- Definir las tecnologías mediante un procedimiento de operaciones para el aprovechamiento forestal para el derribo, acopio y procesamiento de las acacias para convertirlas en astillas de madera (biomasa) con fines energéticos in situ;
- Proponer buenas prácticas para el manejo del medio ambiente y medidas adecuadas de seguridad ocupacional para prevenir o disminuir accidentes laborales, disminuir los impactos ambientales, los riesgos ocupacionales asociados a la plantación, su operación comercial, entre otros aspectos sociales, asociados a la implementación del PMAF.
- Proponer un plan de capacitación para las brigadas que entraran en operaciones una vez aprobado el PMAF por los actores correspondientes.

## 3. MARCO TEORICO.

### 3.1. PLAN DE MANEJO y APROVECHAMIENTO FORESTAL.

El Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal (PMAF) es el instrumento que planifica la gestión del patrimonio ecológico o el aprovechamiento sustentable de los recursos forestales de un terreno determinado, resguardando la calidad de las aguas y evitando el deterioro de los suelos.

Este plan tiene como objetivo el manejo sostenible y el aprovechamiento adecuado/responsable del bosque a partir de plantaciones de Acacia mangium para la obtención de materia prima de calidad superior con fines energéticos, considerando la funcionalidad de las plantaciones y los usos asociados, como la ganadería y la protección de suelos.

#### 3.1.1 Efectos del Plan de Manejo Forestal:

El plan de manejo forestal tiene propósitos específicos en las actividades de plantación, manejo y aprovechamiento de la masa forestal, por lo tanto al cumplimiento de éste propicia que haya un buen trabajo y unos rendimientos superiores por área de superficie, tales como:

- Mejorar las tasas de crecimiento y las características fenotípicas de la plantación a los dos años de plantados del DAP (Diámetro a la Altura del Pecho), de la especie con interés comercial (Portador energético) para el productor.
- Proteger la regeneración de Brinzales y Latizales (árboles jóvenes) de dichas especies y recursos que incremente un desarrollo sostenible adecuado.
- Mantener las condiciones de funcionamiento en un ecosistema, por lo menos llevar al mínimo su alteración y sobre todo la protección de los suelos y su drenaje.
- Alcanzar un máximo en la productividad y el rendimiento de las plantaciones, bajo el esquema de su manejo sostenible para fines energéticos.
- Alcanzar los niveles de mayor eficiencia en las operaciones, para minimizar sus costos, y que confrontados con el incremento de la producción esperada, ofrezcan una rentabilidad razonable.
- Valorar el bosque en términos de inversión económica que introduce un valor agregado al recurso forestal, a las plantaciones y la cadena productiva en su conjunto.

### 3.2. PLAN DE APROVECHAMIENTO FORESTAL.

De acuerdo con la legislación Dominicana, un Plan de Aprovechamiento Forestal es la descripción de los sistemas, métodos y equipos a utilizar en la cosecha del bosque y extracción de los productos, presentado por el interesado en realizar aprovechamientos forestales únicos, con sus bases en el Reglamento General de la Ley

Forestal No. 118-99, publicada en la Gaceta Oficial No.10032 del 30 de diciembre de 1999 en la República Dominicana.

### 3.2.1. Volumen Aprovechable esperado:

Pese a que en el inventario se obtiene una medida de la cubicación del total de la madera esperada en la plantación, el volumen aprovechable estimado de 0.015 ton/árbol a los dos años se refiere a la madera que se podría obtener de la entresaca de los individuos con las peores características físicas, o por daño mecánico, o por enfermedad en los primeros años; estos parámetros determinan los individuos a aprovechar para dejar en campo a los individuos mejor formados, de los cuales se obtendrá la mayor cantidad de materia prima aprovechable, esperando rendimientos estimados de 0.18 ton/árbol a los siete años de plantados.

### 3.2.2. Aprovechamiento Energético:

El aprovechamiento forestal que se va a realizar, establece que: “se efectúan con criterios de sostenibilidad y con la obligación de conservar el rendimiento normal del bosque con técnicas silvícolas, que permitan su renovación. Por rendimiento normal del bosque se entiende su desarrollo o producción sostenible, de manera tal que se garantice la permanencia del mismo”, sirviendo como sumidero de CO<sub>2</sub> de forma constante y entregando materia prima para la generación de energía a partir de fuentes renovables.

Para este tipo de aprovechamiento se presentará en el Plan de Intervención Silvicultural y Aprovechamiento para cada sector, todo con fines energéticos) para las 175.4 hectáreas previstas en rodales listos para su explotación con no más de 4.3 años de plantados.

## 4. MARCO LEGAL.

La Ley Sectorial Forestal de la República Dominicana, No. 57-18. G. O. No. 10924 del 11 de diciembre de 2018 con su reglamento general esclarece todos los procedimientos para un Plan de Manejo Forestal.

A su vez la Ley General de Medio Ambiente y Recursos Naturales No.64-00, dispone en su artículo 154 la promulgación de una ley sectorial para normar el manejo forestal integral y el uso sostenible de los bosques y suelos forestales, a los fines de su conservación, explotación, producción, industrialización y comercialización, así como la preservación de otros recursos naturales que forman parte de su ecosistema y del medioambiente en general.

Sin embargo, al tratarse de una plantación comercial y privada ubicada en la Gerencia Regional en la municipalidad de Villa Gautier en la provincia de San Pedro de Macorís, pero con un plan de manejo para 175.4 hectáreas, pasa a consideración de las instancias correspondientes y por definición:

### **LEY SECTORIAL FORESTAL. GENERALIDADES.**

#### **DISPOSICIONES GENERALES**

**Ley Forestal- ARTÍCULO 1.-** Objeto. El objeto de la presente ley es regular y fomentar el manejo forestal sostenible de los bosques, procurando su conservación, aprovechamiento, producción, industrialización y comercialización, así como la protección de otros recursos naturales que formen parte de sus ecosistemas, manteniendo su biodiversidad y capacidad de regeneración.

**Ley Forestal- ARTÍCULO 4.-** Definiciones. Para los fines de la presente ley y su reglamento, se entenderá por:

**Inciso 13.** Plan de manejo forestal: Es el documento técnico que cumple con los requisitos de la presente ley, el cual contiene el conjunto de acciones y procedimientos que tiene por objeto el ordenamiento de un predio para el logro del manejo forestal sostenible, y que incluye las actividades de cultivo, protección, conservación, restauración y aprovechamiento de los recursos, de tal manera que se respete la integridad funcional y las capacidades de carga de los ecosistemas de los que forma parte.

#### **DE LA ADMINISTRACIÓN FORESTAL DEL ESTADO**

**Ley Forestal-ARTÍCULO 13.-** Atribuciones. Le corresponde al Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, sin perjuicio de las atribuciones que le asigna la ley que crea la Secretaría de Estado de Medio Ambiente y Recursos Naturales y otros instrumentos de gestión forestal emanados del Poder Ejecutivo, en materia de administración forestal:

**Inciso 6).** Diseñar y promover planes de reforestación, manejo de bosques y restauración forestal.

**Inciso 7).** Regular, autorizar y fiscalizar el funcionamiento de las industrias que procesen productos y subproductos del bosque.

**Inciso 9).** Aprobar y fiscalizar la ejecución de los planes de manejo forestales en terrenos públicos y privados.

**Inciso 12).** Emitir permisos para cortes de árboles y desmontes.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 23.-** Certificado de plantación de derecho al corte. El Estado garantizará el derecho al corte y aprovechamiento de las plantaciones forestales y sistemas agroforestales establecidos con fines productivos a través de un "Certificado de Plantación con Derecho al Corte", siempre que sea solicitado y certificado por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

**PÁRRAFO.-** El Certificado de Plantación con Derecho a Corte constituye un instrumento fundamental de esta ley para garantizar los derechos de los productores que han transformado sus predios a usos forestales.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 24.- Autorización para el aprovechamiento de plantaciones forestales.** El establecimiento, manejo y aprovechamiento de plantaciones forestales, cualquiera sea su fin, queda sujeto al cumplimiento de los requisitos previstos en esta ley, su reglamento y demás normas sobre la materia, así como al control y supervisión por parte de las autoridades competentes.

#### **DEL PLAN DE MANEJO FORESTAL SOSTENIBLE**

**Ley Forestal- ARTÍCULO 26.-** Fomento al manejo sostenible de los recursos forestales. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales regulará y fomentará el manejo sostenible de los recursos forestales a través del Plan de Manejo Forestal, el cual constituye el instrumento básico para alcanzar la sostenibilidad en la utilización de los recursos forestales.

**PÁRRAFO.-** El plan de manejo establecerá los métodos que aseguren la regeneración del bosque en forma tal que el modo y los ciclos de intervención del bosque mantengan la capacidad productiva del mismo.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 27.-** Comité técnico de manejo forestal. El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales tendrá un comité técnico de manejo forestal, que contará con un representante de la sociedad civil, y tendrá como función principal el conocimiento y aprobación de los planes de manejo, según los procedimientos que se definan en el reglamento de esta ley.

**PÁRRAFO.-** El Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales tendrá plazo de sesenta días para responder sobre el conocimiento y aprobación de los planes de manejo sometidos por los propietarios.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 28.-** Monitoreo de los planes de manejo. Se requerirá, para el seguimiento y monitoreo de los planes de manejo aprobados por el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales, que los titulares de los mismos presenten los planes operativos anuales, los cuales serán validados por el Ministerio antes de su ejecución. Así mismo, mediante visitas de los funcionarios de esta institución.

**Ley Forestal- ARTÍCULO 29.-** Uso de los recursos forestales de carácter público o privado. El uso de los recursos forestales públicos o privados se hará con apego a lo establecido en esta ley, su reglamento y las normas técnicas forestales.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 30.-** Regente forestal. La elaboración de los planes de manejo forestal estará a cargo de un regente forestal, o empresa consultora con regentes forestales, para lo cual se mantendrá y actualizará un registro de regentes forestales y empresas consultoras acreditadas.

**PÁRRAFO.-** En caso de empresas consultoras, nacionales o extranjeras, estas contarán con una contraparte dominicana, con participación técnica equivalente.

**Ley Forestal- ARTÍCULO 31.-** Servicios de un regente forestal autorizado. Todas las personas físicas o jurídicas que se dediquen a la ejecución de un plan de manejo forestal deben contar con los servicios de un regente forestal autorizado.

**PÁRRAFO.-** El reglamento de la presente ley definirá el proceso de acreditación, los requisitos, el alcance de las funciones y responsabilidades del regente forestal ante el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales.

#### **DEL APROVECHAMIENTO, TRANSPORTE E INDUSTRIALIZACIÓN DE PRODUCTOS FORESTALES**

**Ley Forestal-ARTÍCULO 34.-** Certificado de instalación y operación de industrias forestales. Las industrias forestales que cumplan con los requerimientos de la presente ley, su reglamento y normas complementarias serán autorizadas a operar mediante un certificado de instalación y operación de industrias forestales. Este certificado aplica solo a las industrias que procesan materia prima sin transformación previa.

**PÁRRAFO I.-** Toda industria forestal deberá llevar un registro de las cartas de ruta o conduces recibidos como forma válida para respaldar la legalidad de la madera recibida y procesada.

**PÁRRAFO II.-** El uso de los bosques con fines energéticos será regulado en el reglamento de la presente ley.

### **DE LAS INFRACCIONES Y SANCIONES**

**Ley Forestal-ARTÍCULO 61.-** Competencia judicial. Toda infracción forestal, exceptuando las de orden administrativa, es competencia del juzgado de primera instancia de la jurisdicción correspondiente.

**Ley Forestal-ARTÍCULO 62.-** Infracciones forestales. Son infracciones a la presente ley las siguientes:

- 1) Aprovechar, utilizar, derribar o destruir bosques y árboles sin la debida autorización.
- 2) Causar intencionalmente incendio forestal en cualquier bosque de la nación, sin importar el régimen de propiedad de los terrenos donde estén ubicados.
- 3) Presentar documentación falsa para fundamentar la solicitud de certificaciones y autorizaciones.
- 4) Amparar productos forestales con documentación falsa.
- 5) Obstaculizar o impedir las investigaciones y supervisiones que la autoridad actuante realice de acuerdo a lo establecido en la presente ley.
- 6) Transportar o procesar madera o cualquier producto forestal que no esté amparada en autorización.
- 7) El derribe, corte, cinche o aprovechamiento de árboles en zonas de protección sin la autorización.
- 8) La destrucción, corte o daño a especies en peligro o protegidas.

## **5. MARCO METODOLOGICO.**

El proceso metodológico para la elaboración del PMAF comprende entre otras las siguientes actividades:

- a. Identificación y definición por parte de la Autoridad Forestal que tenga la jurisdicción en la zona, para determinar si se trata de un Área Forestal Productora, Protectora o Protectora – Productora.
  - b. Delimitación cartográfica de la zona y del área en mapas a escala apropiada.
  - c. Conformación del equipo de trabajo con personal capacitado, asignación de funciones y responsabilidades, planificación operativa y distribución de tareas.
  - d. Valoración de los recursos económicos, técnicos y operativos para la gestión y asignación de tales recursos para la elaboración del PMAF.
  - e. Desarrollo del plan operativo para la elaboración del PMAF con el siguiente procedimiento secuencial:
    - Levantamiento de la información primaria cualitativa y cuantitativa sobre aspectos bióticos, abióticos, sociales, culturales, económicos, a través de investigación, encuestas, diseños estadísticos, registros y consulta con los actores relacionados con el proyecto y el personal directo en las operaciones.
- “Informe sobre el Inventario Forestal en las Plantaciones”**

## 6. RESULTADOS Y ANALISIS.

### 6.1. PLAN DE MANEJO PARA PLANTACIÓN FORESTAL.

#### 6.1.1. Localización de Proyecto:

Las áreas para la plantación en Cementos PANAM se encuentra ubicada en el Distrito Municipla de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El coco, Provincia San Pedro de Macorís , República Dominicana, como se aprecia en la figura no. 1.

**Area destinada a Plantaciones Forestales:** 9,930.28 tareas; 620.64 hetáreas; 6,206,425 m<sup>2</sup>

**Área total:** 7,509.16 tareas; 469.32 hectáreas; 4,693,200 m<sup>2</sup>

**Escenario Actual Propuesto:** Area del Proyecto levantada con Acacias de 1.3 a 4.3 años, excluyendo los calveros, perturbaciones, canales, area de lineas de transmisión, caminos y otros espacios menores : 2,806.4 tareas; 175.4 hectáreas, 1,754,000 m<sup>2</sup>

El dato utilizado para fines comerciales y económico se tomará el **Escenario Actual Propuesto**, con consta con 175.4 hectáreas aprovechables y partir de ahí se realizaran todos los cálculos correspondientes.

Figura No. 1 Ilustración sobre los terrenos del área total objeto de plantaciones Julio/2018.



Fuente: Imagen PDF. Cementos PANAM. Julio 2018.

#### 6.1.2. Aspectos Legales y Tenencia de la Tierra:

Nombre del Predio: Distrito Municipal de Villa Gautier. Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís. República Dominicana.

Propietario: Cementos PANAM

Actividad Económica Principal: Producción de Cementos. Plantación de Acacias y otros árboles forestales para mantener un pulmon forestal en la zona de amortiguamiento de Cementos PANAM.

Ubicación: Distrito Municipal de Villa Gautier. Camino Vecinal Gautier-El coco. San Pedro de Macorís. República Dominicana.

Registro: Poder Judicial, Jurisdicción Inmobiliaria, Departamento Regional de Mensuras Catastrales, Departamento Este, República Dominicana.

### 6.1.3. Reconocimiento de campo y análisis de vegetación:

El sitio ubicado en el distrito municipal de Villa Gautier, Municipio de Boca Chica, en la provincia de San Pedro de Macorí, donde se encuentra el área dividida en cuatro sectores forestales en los perimetros cercanos a la industria donde no se excenden los cinco kilometros de distancia pora caminos secundarios en bien estado, como se observó en las figuras anteriores y tomando como ubicación central de "Industria Cementos PANAM" la ubicación del área donde se encuentra con la coordenadas de UTM 19°04'39" Norte y 70°26'46" Oeste, con una altura sobre el nivel del mar que van desde los 30 a 50 m.s.n.m. siendo relativamente variable en distintos puntos de evaluación ya que la zona es llana en toda sus dimensiones, con una caracterización en zonas de plantación con árboles jóvenes ( entre 1,2 y 4.3 años); zona de pastizales, arbustos, así como otras forrajeras y malezas en los sectores, con diferentes especies de valor comercial, pero en su mayoría se corresponden con plantaciones de Acacia.

Los terrenos son llanos y con alturas entre 30 y 50 m.s.n.m.; la radiación solar es muy buena a cielo abierto en el 85% del área, los vientos no soberpasan en la epoca de 3,5 metros/segundo, así como una presencia de cañadas y canales de aguas residuales de la industria y las perturbaciones ocasionadas por incendios forestales con más influencia en el sector no. 1, como se aprecia en la figura no 2.

Figura No. 2 . Areas de canales y perturbaciones (Incendios forestales) en el sector no. 1



Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Abril 2019. Sector No. 1 Cementos PANAM. R.D.

Las temperaturas varían en los horarios diurnos entre 25° y 32°, sobre todo en los horarios del medio día son aún más elevadas, con frecuentes chubascos en los horarios vespertinos y un régimen pluviométrico por encima 1050 mm/año.

#### 6.1.4. Caracterización Biofísica del Sitio:

Con base en el análisis de las zonas agro-ecológicas, a escala 1:7000; se establece que el nivel de fertilidad predominante el área del proyecto es casi nulo, por lo que en general es de carácter bajo en el total del sitio, seguido por niveles de fertilidad baja a moderada, en suelos están compuesto por tierras negras, sin percibir tratamientos químicos en los últimos años.

La vocación del suelo conforme a sus características se encuentra enmarcado en actividades de plantaciones forestales y en menor escala la ganadería, resaltando las especies *Acacia mangium* en una extensión de todos los sectores 175.4 hectáreas correspondiendo al 37.4% del área total 469.3 hectáreas. El mayor porcentaje de los terrenos están cubierto de plantación de *Acacia* y le siguen otras especies de valor económico tales como (Caoba, Teca y Gmelina), además de grandes extensiones en la demarcación total comprendida en calveros mayores, cañadas, canales y espacios para torres de alta tensión eléctrica, entre otros espacios libres con baja supervivencia como lo indica el sector no. 4.

### 6.1.5. Descripción de la Especie objeto del PMAF:

Nombre de la Especie: *Acacia Mangium*, *Acacia* en República Dominicana.

Nombre Científico: *Acacia Mangium Willd.*

Familia: Fabaceae

Subfamilia: Mimosaceae

Es una especie nativa del noreste de Australia, Papúa Nueva Guinea y las islas Molúcas al este de Indonesia; es una leguminosa de la familia Mimosaceae. Es un árbol de rápido crecimiento y puede alcanzar hasta los 30 metros en su relativamente corta vida (30 años) y diámetros que raramente exceden los 50 cm. El fuste es generalmente recto; la copa es redonda si el árbol está aislado, y columnar en plantaciones cerradas, como se puede observar en la figura no.3 desde su primer año de vida hasta los 4.3 años de plantadas.

Figura No. 3. Plantación más joven 1.5 a 2.7 años en los sectores 3 y 4 de Cementos PANAM.



Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Abril 2019. Sector No. 3 y No.4. Cementos PANAM. R.D.

Las ramas de la parte inferior se caen naturalmente después de cierta edad. Un rasgo sobresaliente del *Acacia mangium* es su follaje. Su corteza es rugosa y estriada de color gris o pardo. Las hojas en sus primeras etapas de desarrollo son compuestas pero rápidamente son reemplazadas por filodios cuya apariencia es la de una hoja entera de gran tamaño (10x25 cm), con cuatro nervaduras longitudinales.

Las inflorescencias aparecen en espigas de hasta 10 cm de largo; sus flores son pequeñas, bisexuales color blanco o crema. Los frutos son vainas finas de 7 a 8 cm de longitud retorcidas y agrupadas en masas irregulares; Las

semillas son negras, elípticas pequeñas, con un funículo amarillo o naranja. El número de semillas por kilo es de 66.000 a 120.000.

#### 6.1.5.1. Usos de la Acacia Mangium:

No es una especie tolerante a la sombra; crece mejor en sitios fértiles con buen drenaje pero puede tolerar suelos de baja fertilidad y drenaje impedido. Los árboles jóvenes son susceptibles al fuego.

Presenta buenas características como materia prima para la industria del papel (pulpa); se usa también como combustible (leña, carbón, tanto en gasificación, como en pirólisis) con **muy buenos resultados para la producción de energía**, para la construcción y como madera para mueblería hay que señalar que no tiene muy buenas características después del secado (Rajaduras y Grietas); es una especie con buenas características para usarla en el control de erosión. Tiene un buen potencial para ser usada en postes.

Se puede plantar como cortinas rompevientos en sistemas agroforestales, en caminos y cercas, como ornamental, para esencias aromáticas y obtención de taninos y, además, las hojas pueden emplearse como forraje animal. Una de las grandes virtudes de la Acacia Mangium, es su valor como regeneradora de suelos en alto grado de desgaste ó erosión, en los que actúa como fijadora de nitrógeno y fósforo permitiendo que éstos recuperen su estado natural y sus propiedades para que sean aprovechados en diferentes actividades agrícolas.

La historia de la Acacia en las tierras latinoamericanas empieza en la década de los 80, cuando fueron introducidas especies traídas de Asia, con el fin de realizar ensayos para establecer plantaciones forestales sostenibles y productivas. Dichos estudios se adelantaron principalmente en Costa Rica y Cuba. A través de plantaciones en zonas de pastoreo cuya baja calidad de los suelos originaba problemas de alimentación y nutrición en el ganado. Los excelentes resultados de estas plantaciones mostraron una alternativa económica y ecológica para los sistemas silvopastorales y agroforestales al lograrse la recuperación los suelos, hecho que provocó que la Acacia fuera introducida también en otras regiones de América Latina.

Actualmente, la especie se distribuye geográficamente en países como Panamá, Costa Rica, Colombia, Cuba, Venezuela, Ecuador, Nicaragua, República Dominicana, Honduras y en otras áreas como Camerún, La India y Filipinas.

#### 6.1.5.2. Plantación y Trasplante:

Las plántulas crecen rápidamente siempre y cuando estén provistas de suficiente humedad. En 4 - 6 semanas, aparecen los primeros filodios: en este momento se pueden repicar las plantas del germinador a las bolsas de polietileno. *García et al 2006*.

Una vez las plantas tienen de 2 a 6 cm, se procede a trasplantarlas en bolsas y se siguen las siguientes actividades: Se coordina el llenado de bolsas con tierra fértil y cascarilla a una proporción del 20%, se establece polisombra de mínimo el 65%. En la figura no. 4, se puede observar un vivero controlado hasta su despacho para una plantación prevista al día siguiente de su traslado.

Figura no. 4. Plantúlas de Acacia en viveros controlados en la región de Altagracia en la República Dominicana.



Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Vivero Forestal Tres Arbolitos. República Dominicana, Diciembre 2018.

Para el trasplante se extraen las plántulas una a una, protegiendo la raíz del aire y del sol, se pueden colocar en un recipiente con agua fresca, sumergida únicamente la raíz, se toman una a una sin presionar el tallo, ni la raíz, y se colocan en un hoyo central hecho con una estaca en el centro de la bolsa, (con el sustrato húmedo), con las raíces extendidas hacia abajo y rectas.

Las plántulas deben ser retenidas en el vivero por 12 - 16 semanas para llevar al campo plántulas de 30 - 40 cm. Durante la fase de vivero se recomienda regar regularmente de manera de mantener el sustrato de las bolsas húmedo. La limpieza de malezas debe ser manual y periódicamente teniendo cuidado de no dañar la plántula. Las plantaciones de *Acacia* sobreviven al 90% cuando el vivero las produce en sustrato de paja de coco, turba y fertilizantes. El costo de una planta de *Acacia mangium* es actualmente de US\$0.14 (Veinticinco centavos de dólar americano) o aproximadamente 7.00 \$RD.

#### 6.1.5.3. Ahoyado:

Procedimiento que se realiza con un pico, procurando que el tamaño del hoyo sea de 30cm x 30cm, el tamaño puede ser mayor o menor dependiendo de las características del suelo; si son sueltos, profundos, equilibrados, es posible un hoyo más pequeño. Los árboles se establecen sin la bolsa y a nivel de la superficie del suelo bien compactado.

#### 6.1.5.4. Características de la madera:

*Acacia mangium* se destaca por la capacidad de adaptarse a condiciones extremas como suelos pobres y ácidos, alta capacidad de reproducción y por ser un árbol "milagroso", capaz de reparar la capa vegetal de las tierras degradadas, al permitir la fijación de nitrógeno atmosférico y mejorar la absorción de agua y nutrientes del suelo presenta de un ciclo de crecimiento corto, entre 9 y 12 años (Árboles maduros). Su madera semidura, posee una densidad básica alrededor de 550kg/m<sup>3</sup>. Plantaciones con fines energéticos pueden tener un ciclo más corto.

Cabe destacar que el ejemplo más exitoso del aprovechamiento de la *Acacia mangium* como estrategia industrial en Latinoamérica, es República Dominicana con plantaciones desde la década de los años 90.

#### 6.1.6. Densidad de Siembra:

La plantación se realiza siguiendo un trazo en triángulo (tresbolillo), buscando optimizar el uso del suelo y del espacio aéreo para las 175 ha del proyecto previsto por año, la distancia de siembra en un escenario óptimo puede ser de 3.0m x 3.0m, dando un total de 1 100 plántulas por hectárea; lo que suma en total de 192 500 plantas en el proyecto previsto, ya que Cementos PANAM posee una superficie de tierras en barbechos y puede inclinar su estrategia a plantaciones con fines energéticos en un marco de plantación de 3.0m x 3.0m.

Tomando un escenario recomendado para estos sitios sería de 3.0 m para lo cual se necesitarían 1 100 plántulas por hectáreas, para un total de 192, 500 plántulas previstas, con un costo estimado solo para la adquisición de las mismas, sin tener en cuenta el costo de transportación, sería aproximadamente un costo de USD 26,950.00.

#### 6.1.7. Aislamiento de la Plantación:

Se debe realizar un aislamiento del rodales de siembra con postes de madera rolliza, con un diámetro de 10 cm. y largo de 2,0 m, a una distancia de 3 metros entre postes, el cerco se realiza con cuatro cuerdas de alambre de púa calibre 12.5. Por ningún motivo se debe permitir el ingreso de animales mayores a la reforestación al menos en los dos primeros años a partir de la siembra. Como es el caso de que el sitio está dividido y ordenado por rodales se utilizarán para la plantación en fases escalonadas según un cronograma aprobado por la administración de Cementos PANAM y su presupuesto previsto.

#### 6.1.8. Limpieza:

Se realizará la eliminación de la vegetación herbácea (gramíneas) para evitar competencia a las plántulas; por tratarse de áreas con una cobertura de malezas y capa vegetal (pastos, rastrojos bajos, malezas) que son las áreas que más presentan deterioro en cuanto a nuevas plantaciones, se realiza una limpieza general de los rodales con el fin de facilitar las labores de trazado y de establecimiento de la plantación en general. La limpieza se hace de forma manual y en ocasiones se puede utilizar tractores para el desbroce de malas hierbas y preparación de sitio si los terrenos lo permiten.

#### 6.1.9. Mantenimientos y Fertilización:

Al tercer mes de la siembra se realizará un plateo de 1.20 metro de diámetro como mínimo, eliminando toda la vegetación existente dentro del plato con el objeto de eliminar competencia y preparar el terreno para una

segunda aplicación del mejorador de suelos orgánico (Biochar). El material que sea "eliminado" se coloca sobre el plato limpio como un mecanismo de control de malezas; seguidamente se realiza la fertilización incorporando al suelo el fertilizante en una cantidad de 100 gramos, en forma de corona a 20 cm de cada plántula, y cubriéndolo ligeramente con el sustrato existente en el predio.

Se realizaran 6 mantenimientos durante tres años (cada seis meses) para garantizar la supervivencia del material vegetal sembrado, actividades que comprenden el mantenimiento: plateo, control fitosanitario, fertilización, liberación de copa y control de incendios.

#### 6.1.10. Control Fitosanitario y de Malezas:

El control fitosanitario y de malezas es una actividad constante para evitar pérdidas del material vegetal establecido por causas de plagas y enfermedades, para ello se realizan estrategias de monitoreo y control como ubicación y eliminación de hormigueros, utilización de cebos tóxicos (aserrín, melaza y un insecticida), aplicación de purines, alelopatía, control biológico y en caso extremo control químico (fungicidas e insecticidas sistémico). Se debe igualmente mantener un control de las malezas que puedan competir por nutrientes y luz con la plantación; se deberá realizar el control de las mismas de forma manual o mecánica.

#### 6.1.11. Resiembra:

Una vez realizado el establecimiento de la plantación se procede a evaluar la mortalidad, que en ningún caso debe ser superior al 10% del material establecido. Se realiza dicha resiembra, efectuando los mismos procedimientos empleados durante el establecimiento (ahoyado, encalado, plantación y fertilización). Esta se realiza a los 60 días después de la siembra inicial.

#### 6.1.12. Costos del Establecimiento y Mantenimiento:

En la tabla no.1, se aprecian los costos de establecimiento y manejo para una plantación estimada de 175 hectáreas por año para mantener el reservorio forestal como sumideros de carbonos que reemplazan el 25% de las plantaciones adultas que pueden ser intervenidas con el objetivo de aprovechamiento forestal con fines energéticos cada cuatro años, una vez plantada aproximadamente 700 hectereas estimadas se puede manejar la plantación con la regeneración natural de la especie.

**Propuesta de Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal.  
Plantaciones Forestales de la Sp Acacia mangium en los perimetros de la Cementera PANAM.  
Distrito Municipal de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís.  
República Dominicana; Junio 2019.**

Tabla 1. Costos de Establecimiento y Manejo de la Plantación para 175 ha/año.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD 1 usd/50.5 \$RD	Valor Total USD 1 usd/50.5 \$RD
<b>Costos Directos</b>				
Limpia del terreno (175ha)	Jornal	100	9.21	921.00
Trazado	Jornal	70	9.21	644.7
Plateo	Jornal	100	9.21	921.0
Ahoyado	Jornal	150	9.21	1,381.5
Plantación	Jornal	100	9.21	921.0
Fertilización y control Fito	Jornal	40	9.21	368.4
Resiembra	Jornal	40	9.21	368.4
Transporte interno	Jornal	40	9.21	368.4
Adecuación de cercas y caminos	Jornal	50	9.21	460.5
<b>Subtotal O&amp;M</b>				<b>6,354.9</b>
<b>Insumos</b>				
Adquisición de plántulas de Acacia	Unidad	192,500	0.14	26,950.00
Alambre para cercas C-16-250 metros	Unidad	100	26.2	2,620.00
Postes para cercas/3150 metros lineales. Postes intermedios y postes madres	Unidad	3,500 120	0.31 1.20	1,085.00 144.00
Grapas para alambre	LB	25	3.50	87.5
Fertilizante NPK	Kg	1,100	3.25	3,575.00
Biochar	ton	20	100.00	2,000.00
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>36,461.50</b>
<b>Costos Indirectos</b>				
Transporte Mayor Viajes (Plántulas de Viveros)		3		1,200.00
<b>Costo total USD</b>				<b>44,016.4</b>

Como se puede apreciar en la tabla los datos sobre los costos asociados en la plantación y manejo del primer año de plantación para 175 hectáreas previstas de la especie Acacia mangium se estiman 44,016.4 usd para todas las actividades de plantación, manejo de las actividades silvícolas, acondicionamiento de los rodales y fertilizantes, aquí no se incluyen los costos de preparación de los caminos primarios y secundarios para las actividades propuestas, ni la preparación de tierra mecanizada la cual podría sustituir la limpieza de terreno.

Por lo que en los 3 años previstos el costo de las actividades de plantación y manejo para las 175 ha no excederán de **132,049.2 usd.**

## 6.2 PLAN DE MANEJO PARA EL APROVECHAMIENTO FORESTAL.

### 6.2.1 Volumen Aprovechable:

Teniendo en cuenta que la superficie de más de 175.4 hectáreas cubierta de *Acacia mangium* en "Cementos PANAM" el 90% de estas son rodales (Sectores 1, 2 y 3) están listos para una explotación comercial con fines energéticos para dicha especie, ya que el sector 4 aún no es representativo para la explotación con volúmenes muy bajo, lo cual se propone un plan de aprovechamiento con fines energéticos para contribuir a la generación de energía a partir de fuentes renovables, ya que dicha masa arborea presentan altos riesgos de incendios en las plantaciones más envejecidas sobre todo el sector no. 1 y sector no.2, al paso del tiempo.

La evaluación realizada a partir de un inventario forestal específico con toda una data de medición recolectada en campo y procesada estadísticamente la cual se podrá apreciar en el documento único "**Inventario Forestal de la especie *Acacia mangium* en Cementos PANAM-Mayo 2019**", elaborado por LatAm Bioenergy Dominicana S.R.L. en la República Dominicana. **Ver documento ANEXO asociado al PMAF.**

La proyección de extracción a lo largo de los 4.3 años del proyecto en forestal, se logra a través de la medición del Incremento Medio Anual (IMA) tanto de Diámetro a la Altura del Pecho (DAP) como de altura comercial o altura de copa; de acuerdo con datos obtenidos en plantaciones de *Acacia Mangium* de Centro América y Caribe, se verificaron incrementos en el crecimiento de 1,8 a 3,4 cm anuales de DAP y de 2,0 a 3,5 m de altura comercial, dependiendo sobre todo de la calidad de los suelos y no han sido aplicado los tratamientos silviculturales apropiados para buscar mejores rendimientos y reducir las perturbaciones (Incendios Forestales).

Los datos en el proyecto de referencia están en correspondencia con el incremento de DAP en 2-3 cm anuales, y en altura de 1-3 m anual, según el "I Simposio de *Acacia Mangium* en República Dominicana, año 2014".

Estos datos suponen que en promedio y de manera general el DAP suma 2 cm cada año y que de igual forma se suma un metro de altura por año a cada árbol de la plantación, cabe resaltar que esto puede darse en condiciones ideales, sin que se presente ninguna incidencia de enfermedades, en los últimos años se ha visto el ataque de plagas y por ende incumplimiento del plan de fertilización, no ha sido necesario la aplicación de abonos químicos, ya que el suelo presenta características buenas para tales especies y su desarrollo en los 4.3 años de plantados se valoran de positivos.

### 6.2.2. Operaciones del Aprovechamiento Forestal con fines energético:

El aprovechamiento comprende las actividades de corta de árboles además de la preparación de los troncos para las astilladora con fines energéticos "in situ", para lo cual se utilizará un equipo para hacer funcionar la astilladora y las funciones hidráulicas de la misma.

Las opciones del motor que se propone para el modelo 255XP están comprendida entre 97 a 215 caballos de fuerza para procesar troncos desde 5.08 cm hasta 38,1 cm de diámetro, las obras se realizarán en el mismo área de tala; por lo tanto, no requieren ni de extracción ni de construcción de talleres para su transformación, solo una

nave para almacenamiento estimado de las astillas para tener una reserva en días naturales a favor de la tecnología para la gasificación, para su aprovechamiento energético sin incurrir en gastos de transportación de la biomasa.

El aprovechamiento en las plantaciones con fines energéticos, en términos generales consta con las siguientes operaciones:

**Derribo:** Cortado de un árbol por el pie y derribo.

**Troceado y desarrame:** Eliminación de la zona inútil de la copa principalmente hojas.

**Introducción de los troncos completos en la Astilladora Móvil:** Tener en cuenta las características de operación de la Astilladora a utilizar.

Los árboles que tienen copas simétricas o que están ligeramente inclinados en una dirección que no es la óptima para la caída pueden desviarse de la dirección prevista al caer o no llegar a caer. En estos casos, es necesario emplear herramientas como palancas de apeo (para árboles pequeños) o martillos y cuñas (para árboles grandes) a fin de desplazar el centro de gravedad natural del árbol en la dirección deseada.

Es posible que en su caída el árbol sea interceptado por otros árboles cercanos, quedándose "suspendido", lo cual constituye una situación muy riesgosa y debe solucionarse con la mayor premura. Para bajar los árboles suspendidos con seguridad y eficacia se pueden utilizar palancas y ganchos giratorios en el caso de árboles pequeños y cabrestantes manuales o montados sobre tractor de tratarse de árboles de gran tamaño.

#### 6.2.2.1. En el derribo:

Se debe usar siempre el equipo de seguridad.

Nunca trabajar en días ventosos.

Asegurarse la ausencia de compañeros o espectadores antes de iniciar el derribo. Tener cuidado con la motosierra al retirarse de la zona de peligro pues la cadena puede estar en marcha.

Observar bien la zona de la copa del árbol (no el tocón) y las copas de los árboles vecinos para apartarse de las ramas que caen y lianas o bejucos que llevan otros árboles

Estar alerta por si existe peligro de que se raje el árbol, nunca se deben dejar árboles a medio cortar.

Para orientar la caída del árbol, y realizar la entalladura guía, proceder en primer lugar a efectuar el corte vertical y posteriormente el horizontal.

**Esquema no. 1. Esquema general de rutas de escape al cortar el árbol.**



#### 6.2.2.2. Desramado y Troceado:

Una vez derribado el árbol, suele procederse al desmochado y desramaje. Por lo general, continúa haciéndose con herramientas de mano o motosierras al pie de tocón. En lo posible, los árboles se derriban sobre un tronco previamente cruzado en el suelo, que sirve de banco de trabajo natural, dejando el árbol elevado a una altura cómoda permitiendo así eliminar todas las ramas sin la necesidad de girar el árbol. Las ramas y la copa se cortan a ras del fuste y de ellas se determina si son aprovechables para las astillas energéticas.

#### Esquema no.2. Desramado y Troceado de árboles.



La figura anterior ilustra cómo se debe realizar estas actividades fijándose en tener los pies firmemente sujetos al suelo mitigando así los peligros que se originan en esta actividad como lo son: heridas causadas por las herramientas o motosierras; el riesgo de retroceso de la motosierra; la rotura de ramas en tensión; la rodadura de

troncos; los tropezones y las caídas; las posturas de trabajo forzadas, y un trabajo estático si la técnica utilizada no es la adecuada.

### 6.2.3. Rutinas de seguridad en el desramado y tronzado:

- ✓ Usar siempre el equipo de seguridad.
- ✓ No trocear antes de terminar el desrame.
- ✓ Conservar un camino de escape abierto.
- ✓ Estudiar y despejar la zona antes de iniciar el desramado y troceado de un árbol.
- ✓ Nunca trabajar más de una persona sobre el mismo árbol.
- ✓ Operar siempre desde el suelo, asentando firmemente los pies antes de iniciar la operación.
- ✓ Mantener siempre el mango del gira-troncos al costado del operador.
- ✓ Emplear el gira-troncos para volver el fuste y advertir a los compañeros cuando se vaya a efectuar dicha maniobra.
- ✓ Evitar introducir los pies debajo del área de caída del tronco y ramas.
- ✓ Intentar colocarse siempre al lado opuesto de la rama a cortar, y darle el corte en la dirección que la aleje del cuerpo.
- ✓ El tronzado debe comenzar siempre por el extremo superior del tronco (el de menor diámetro) y proceder al asegurado de las trozas conforme se efectúan.
- ✓ Al realizar los cortes, calcular las respuestas de las áreas de tensiones del tronco, apoyadas y vanas.

### 6.2.4. MANEJO DE RESIDUOS DE LAS OPERACIONES DE TROCEO Y DESRAMADO:

Debido a que gran parte de los nutrientes de los árboles se encuentra en la corteza y en el follaje de los mismos, se considera una buena práctica de mitigación que este material sea picado y depositado en el sitio donde se realizaran los cortes o entresacas, donde de manera natural sufra el proceso de biodegradación y sus nutrientes sean incorporados al suelo adecuadamente favoreciendo la restauración de áreas intervenidas.

#### 6.2.4.1. Operación de saca o extracción y transformación:

Necesariamente se debe tener el salvoconducto de movilización emitido por INAREF, deberán trazarse vías de extracción secundarias que permitan extraer las trozas hasta el punto de troceado al camino principal en el mismo sitio de operaciones con la astilladora.

No se recomienda que sea por medio del arrastre, lo que conlleva a la pérdida superficial del suelo, en tal sentido se debe contar con acarreo mediante un tractor con cargador frontal o una carreta autocargable (ver figura no. 5) y ubicar la astilladora lo más cercano posible, para eso en el marco de plantación se debe tener en cuenta los caminos secundarios.

Figura No. 5. Equipos para operación forestal (cargadores frontales y autocargables).



Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Hacienda Ganadera Nov-2018 y Finca Algarrobo Mayo-2019.

#### **Para la localización de vías y equipos de cosecha:**

Se puede utilizar el software PLANEX, aunque para una escala mediana como este caso no sería tan necesario, ya que con la cartografía digital de los rodales seleccionados, los modelos de planificación y el conocimiento de sus empleados con más de 10 años de experiencia se pueden trazar los caminos secundarios previsto en la plantación, se analiza las características técnicas de las vías necesarias para la extracción revisadas in situ, así como las condiciones topográficas del terreno, se identifica la tecnología (Tractor con winche) para los sistemas necesarios de extracción en la actividad de cosecha y carga en una carreta autocargable, si la astilladora se encuentra en un lugar fijo, identificando las restricciones del tipo ambiental y otras legislaciones en los temas de conservación y aperturas de caminos.

Todo esto permite encontrar la solución óptima en términos económicos, técnicos y ambientales de patios, caminos forestales y sistemas de cosecha.

#### **Planeación de la cosecha:**

La planeación de la cosecha se realiza con base en los resultados que entregan los modelos de planeación estratégica y busca entre otros: hacer una cosecha segura y controlada, optimizar el uso de los recursos físicos y humanos; lograr el mayor rendimiento económico de la actividad forestal, mantener la sostenibilidad del patrimonio forestal, evitar el deterioro de los recursos naturales asociados y garantizar el uso de las mejores prácticas.

Antes de iniciar la cosecha se analizan las especificaciones y restricciones existentes para el tránsito de distintos tipos de vehículos con madera y como resultado de ese análisis, se determinan las especificaciones de los caminos forestales y obras internas a construir o mejorar para completar la red. De la oferta de lotes a cosechar por periodo del modelo estratégico, se elabora la planificación de mediano plazo de los caminos forestales y se programan los inventarios precosecha. Para este caso se propone el aprovechamiento del 25% de la masa forestal existente en un año.

#### **Construcción y mantenimiento de caminos forestales:**

Para los sistemas de cosecha actuales, se construyen caminos afirmados para transporte permanente en todo tiempo (Caminos primarios). La densidad de los caminos (m/ha) varía con las características geológicas de la zona, la pendiente, irregularidades del terreno, drenajes y restricciones ambientales entre otras.

La longitud de la red vial primaria de Cementos PANAM se observa en la figura no. 6 la cual no excede los 20 km construidos antes de la etapa de plantación en su mayoría en estado bueno clasificado como vías primarias y en no hubo un trazado de caminos secundarios para la operación de aprovechamiento donde las vías secundaria no están identificadas.

Figura No.6. Caminos primarios en los sectores con plantación de Acacias “Cementos PANAM”



Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Abril 2019. Sector No. 2 y No.3. Cementos PANAM. R.D.

### 6.2.5. Procedimiento de operaciones para el aprovechamiento de la biomasa con fines energéticos:

Para el aprovechamiento de árboles de diámetro de pequeñas y medianas dimensiones, obtenidos de las entresacas y cortas programadas en plantaciones, se debe considerar una serie de características en el material, que lo haga apropiado para plantaciones energética ya establecida, entre ellas están:

- Tamaño de la madera para elaborar la astilla de madera in situ;
- Homogeneidad y humedad de la materia prima;
- Rendimientos de la operación de aprovechamiento;
- Dimensiones de las trozas o troncos enteros a utilizar en astilladoras portátil;
- Aspectos ambientales y legales.

Tomando como referencia el escenario propuesto actual, para el aprovechamiento de una plantación de *Acacia mangium* en 175.4 hectáreas y la transformación in situ en astillas para energía, con una astilladora portátil que le permite producir 30 toneladas al día en menos de 6 horas de trabajo.

**Propuesta de Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal.  
Plantaciones Forestales de la Sp Acacia mangium en los perimetros de la Cementera PANAM.  
Distrito Municipal de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís.  
República Dominicana; Junio 2019.**

En el cronograma propuesto será iniciando por el sector no. 1 ya que la edad de los árboles para su operación comercial promedio es de 4.3 años con diámetros superior a lo 10 cm DPA, para su aprovechamiento con fines energéticos y además es el sector con las condiciones propicias para la ocurrencia de incendios forestales, y su biomasa se encuentra en buen estado para el proceso de astillado.

Según los incrementos en diámetro (DAP promedio 11.2cm) y altura (AC 10,3m), para el sitio de plantación a la edad antes mencionada, los árboles puedan producir hasta 0.062 toneladas de biomasa por árbol en los rodales más avanzados como media.

Las vías primarias y secundarias del lugar no se encuentran en buen estado, por lo que se puede considerar una mejora del camino primario hasta el área de los almacenes para situar la astilladora móvil y acarrear la madera hasta el lugar, así como una limpieza de los caminos secundarios para las operaciones de wincheo y extracción de trosas de madera.

A continuación se puede apreciar en la figura no.7, una caracterización de la biomasa que puede entrar a los procesos de gasificación y todo lo concerniente a sus características físico-química.

Figura no.7. Características de la astilla de madera a procesar en el Gasificador Modelo 350.

LatAm Standard Family Set		FUEL DATA SHEET					
Descripción Chip	% de tamaño de partícula				máximos extremos		
	<4%	< 20%	60 - 100%	< 20%	Area cm2	Longitud cm	
<b>G50</b>	< 1mm	1 - 6 mm	6 - 32	> 32 mm	5	12	   
							



[www.latambioenergy.com](http://www.latambioenergy.com)
[info@latambioenergy.com](mailto:info@latambioenergy.com)

**Fuente: LatAm Bioenergy Dominicana. Biomasa para la Planta de Gasificación en AGREFED. República Dominicana. Mayo 2019.**

**Propuesta de Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal.  
Plantaciones Forestales de la Sp Acacia mangium en los perimetros de la Cementera PANAM.  
Distrito Municipal de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís.  
República Dominicana; Junio 2019.**

Los rendimientos en las operaciones de aprovechamiento de la materia prima esperada en este proyecto lo cual tendrá un área disponible de la plantación sobre el 100% del área total enmarcada en plantaciones de Acacia, correspondiendo a 2,806.4 tareas, que equivalen a 175.4 hectáreas, lo que representa 37.4% en las plantaciones, a continuación se muestran los datos esperados para el aprovechamiento de arboles por debajo de 4.3 años de plantación que debe ser donde ocurrirá la primera intervención como se mencionaba anteriormente, y su producción para tales fines, como se aprecia en la tabla no. 2:

Tabla no. 2. Rendimientos para el aprovechamiento de la biomasa.

Disponibilidad de biomasa en el campo (Troncos enteros limpios y humedad al 50%)						
Marco de plantación 3x3m, Arb. plantados/tarea/ha	Tonelada árbol x 4.3 años	Tareas/ha disponibles	Tareas/ha Utilizadas para la plantación inicial	Arboles plantados en el sitio actualmente	Ton de inventario en pie/escenario medio	Ton demanda anual 1000Kwe/8000 horas año
Ton/árbol x ha (Inventario Forestal Junio 2019)	0.062 ton/árbol	2,806.4 tareas/175.4 ha	7,509.16 tareas/469.3 ha	90% Individuos sanos	9,671.35 ton base húmeda	9,900 toneladas

El pulmón del inventario en pie con un potencial conservador es de 9,671.35 toneladas de astillas de Acacia en pie lo que se estima para un año de operaciones en una planta en los sistemas de gasificación para producir 1000 Kwe/año.

Por lo que Cementos PANAM espera producir su propia biomasa (Astilla de madera) en plantaciones manejadas en un cronograma ordenado por rodales/sectores, abaratando sus costos en la factura eléctrica y un portador energético con un valor agregado superior, ya que su cadena tecnológica hace un producto más verde y sostenible para el mercado Dominicano, en correspondencia con los objetivos de desarrollo sostenible y la plan entratégico 2015-2030 de República Dominicana, contribuyendo a la reducción del 25% de las emisiones de gases de efecto invernadero propuesta en el país al 2030 en sus contribuciones nacionales determinadas (NDC-RD).

### 6.2.6. Mano de Obra en las Operaciones de Aprovechamiento Forestal:

La mano de obra de las actividades de aprovechamiento forestal está formada por personal directivo y trabajadores de Cementos PANAM los cuales poseen experiencia laboral de los equipos y un conocimiento práctico de toda el área de plantación e intervención.

#### Personal directivo

En las operaciones de aprovechamiento forestal es necesario que existan, como en cualquier otra actividad productiva, una dirección y administración eficiente que en este caso son las mismas del proyecto.

#### Trabajadores

Entre los trabajadores que realizan las operaciones de aprovechamiento figuran maestros, capataces, operarios de motosierra y obreros. Los objetivos del personal directivo, los supervisores y los trabajadores deben coincidir en el mayor grado posible para que se refuercen mutuamente. El elevado riesgo que comporta la explotación

**Propuesta de Plan de Manejo y Aprovechamiento Forestal.  
Plantaciones Forestales de la Sp Acacia mangium en los perimetros de la Cementera PANAM.  
Distrito Municipal de Villa Gautier, Camino Vecinal Gautier-El Coco. San Pedro de Macorís.  
República Dominicana; Junio 2019.**

forestal exige dedicar una atención especial a la seguridad. Todas las actividades deben ajustarse a la normativa laboral del país.

### 6.2.7. Costos del Aprovechamiento Forestal:

En la siguiente tabla no.3, se establecen los montos sobre los costos directos e insumos que incurre la empresa para un año de trabajo y los equipos necesarios para las labores de aprovechamiento en la plantación que pueden tener una vida útil más larga que los 4 años de operación continúa que se tiene previsto.

Tabla no. 3. Costos asociados a las actividades de aprovechamiento forestal y equipos necesarios para el mismo.

Descripción	Unidad	Cantidad	Valor Unitario USD	Valor Total USD
<b>Costos Directos</b>				
Personal de Tala y acarreo de madera (5 hombres)	Jornal/4 hombres *288 días	1,152	10.05	11,577.6
Adecuación de caminos (Limpieza de caminos secundarios)	Jornal/4 hombres*60 días	240	10.05	2,412.0
Operador de Astilladora y ayudante (Si no es autocargable)	Jornal/2 hombres *288 días	576	10.05	5,788.8
Combustibles (Diesel) Tractor 102	10 galones/día*288 días	2,880	3.79	10,915.2
Lubricantes	Galones	50	35.0	1,750.00
Gasolina para motosierra	Galones	288	4.6	1,326.54
Estimado en Mantenimientos (Tractor)	U	4		2,585.86
Otros gastos (7%)	-	-	-	2,544.92
<b>Subtotal O&amp;M</b>				<b>38,900.92</b>
<b>Equipos</b>				
Adquisición de Motosierras 36"	Equipo	2	583.05	1,166.1
Tractor de 102	Equipo	1	34,500.00	34,500.00
Sistema de Wuinche acoplado a tractor (FARM 351 P)	Equipo	1	4,400.00	4,400.00
Equipo autocargador para madera	Equipo	1		
Astilladora de madera portátil (VERMEER BC 1800 XL)	Equipo	1	61,500.00	61,500.00
Insumos para brigadas (Machetes, limas, guantes, cascos, chalecos, botas, gafas, otros)	Insumos para 4 hombres	4 set	250,00	250.00
Otros gastos (7%)	-	-	-	7,127.13
<b>Subtotal Insumos</b>				<b>108,943.2</b>

Costo total USD	147, 844.15
-----------------	-------------

Como se puede apreciar en la tabla no. 3, los costos asociados a las actividades de aprovechamiento forestal y equipos en la plantación, así como el manejo para el primer año de plantación en 175 hectáreas previstas de la especie Acacia mangium se estima en 38,900.92 usd para todas las actividades de aprovechamiento resaltando que el costo del personal de tala y acarreo de madera (5 hombres) equivale al mayor porcentaje del presupuesto para dichas actividades, esta se puede reducir adquiriendo equipamiento mecanizado para sustituir labores manuales. Según la propuesta del proyecto con una vida útil de explotación en la primera etapa en los 4 años el gasto asciende a 155,603.68 usd para todas las actividades de aprovechamiento forestal y mantener el pulmón forestal de forma sostenible.

Como se aprecia los equipos todos están en base a nueva adquisición lo que reforzarían los existentes para las actividades de aprovechamiento y mantenimiento en general de Cementos PANAM los cuales están valorados en un monto de 108,943.2 usd puesto en República Dominicana, todo este gasto depende del equipamiento que ya tiene Cementos PANAM y no deba adquirir, también está la posibilidad de adquirir una astilladora de segunda mano a menor precio u otros equipos de segunda mano, ya que la biomasa a procesar no requiere de equipos especiales, ni grandes dimensiones.

Finalmente los gastos de operaciones para la plantación y aprovechamiento en un año suman 82,917.32 usd para las 175 ha previstas en ambas actividades.

## 6.3 ELEMENTOS A TENER EN CUENTA EN LA CAPACITACIÓN

1. Internas: trabajadores de contratistas, contratistas, supervisores, técnicos, tecnólogos e ingenieros y administradores.
2. Externas: grupos interesados en la actividad forestal, tales como universidades, tecnológicos, entidades del Estado, organizaciones no gubernamentales, vecinos y autoridades.

### 6.3.1 Capacitación en el proceso de cosecha

Crecimiento personal dirigido a motosierristas y supervisores de las actividades de aprovechamiento con la astilladora móvil.

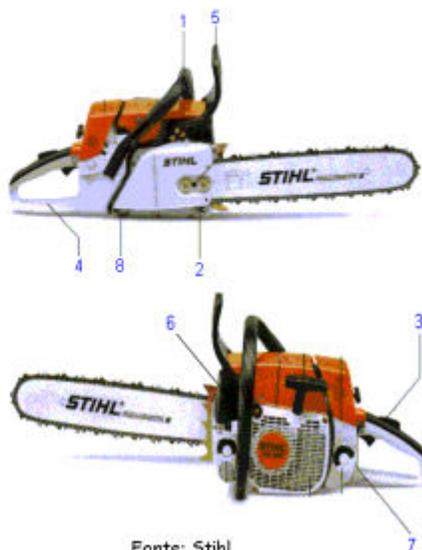
Instructores y empleados para la cosecha/aprovechamiento.

Instrucción y evaluación de operadores y sus equipos para las actividades de arrastre, apilado, cargue y operación de la astilladora.

A continuación se ilustran varios procedimientos que posteriormente pueden ser tratados en un curso de capacitación profesional a los empleados encargados de las diferentes operaciones.

## Sistemas de seguridad de motosierra

1. Sistema anti-vibraciones;
2. Pino pega-corriente con captador de corriente;
3. Trava de acelerador y bloqueador de acelerador;
4. Protector de mano directa;
5. Freno de corriente;
6. Silenciador;
7. Botón de parada;



Fonte: Stihl

## Equipamiento de protección individual (EPI) para la operación con motosierra en campo.

- 1 e 2. Ropa anti-corte: Protege al cuerpo contra cortes y picadas de animales;
3. Bota de seguridad: Protege los pies de cortes, perforaciones e impactos;
4. Casco protector: Protege la cabeza contra impactos;
5. Visera: Protege los ojos en la face de operación;
6. Protectores de oídos: Protege el sistema auditivo contra ruidos de la motosierra;
7. Guantes: Protege las manos del operador contra cortes;



### EQUIPAMIENTO ESPECIAL DE PROTECCION INDIVIDUAL



### Máquinas para el procesamiento de madera (Astillas).





**Forest**

## WINCHE FARMÍ 351 P

Farmí ha desarrollado para cada método de arrastre los accesorios adecuados para llevar a cabo su tarea con éxito en todos los ambientes de trabajo, aumentando la productividad y obteniendo el mejor rendimiento de su tractor. Farmí tiene modelos para la izada y arrastre de árboles completos y troncos cortados a medida sobre todo tipo de terreno. Hay modelos disponibles con freno de cinta (T) o trinque

- Farmí es el pionero de los winches de arrastre desde 1963
- Freno de inercia automático. Fácil manejo del cable
- Buen embobinado. Larga distancia desde la polea superior a tambor
- Placa amplia, robusta y bien formada
- Embrague fiable en todas las condiciones climáticas

Datos Técnicos	FARMÍ 351P	Datos Técnicos	FARMÍ JL61
Potencia de tracción máx., t	3,5	Capacidad de halado (máx.), kN	60
Capacidad del cable Ø mm / máx. M	10 / 90	Almacenamiento de cable 10 mm (máx.) m	130
Velocidad de recogida 540 rpm m/s	0,5 - 1,3	Almacenamiento de cable 11 mm (máx.) m	100
Peso sin cable, kg	170	Almacenamiento de cable 12 mm (máx.) m	70
Demanda de potencia, desde hp	15	Sistema de embrague	Discos de fricción
Polea guía inferior	Estándar	Potencia requerida, kW	45
Freno hombre muerto	Cat I y II	Transmisión	Tractor
Anclaje 3 puntos	Estándar	Peso, kg	503
Soporte para cadenas	Estándar	Altura PTO, mm	700
		Distancia entre polea superior y tambor, mm	1050
		Velocidad de cable (350 rpm - 540 rpm), m/s	0,36 - 0,82 (0,58)

**WINCHE FARMÍ 351 BOS**

**TRITURADORA FARMÍ 260**

La FARMÍ 260ELHF y la 260 HFC sin cargador son trituradoras eficientes en el triturado para bioenergía utilizando muchos tipos de materia prima (troncos, árboles completos, residuos de tala y aserrio, etc.). Esta astilladora es bien conocida por su calidad de astillado y productividad.

- Potente rodillo superior grande (D=280 mm, conducto de alimentación bien diseñado, alimentación en ángulo, apertura 260 x 320 mm.
- La astilladora de 3 puntos más popular de Escandinavia
- Astilladora FARMÍ con doble disco en 3 pasos: Cuchillas de corte – Cuchillas extra – Rompe ramas / Rompe costeros.
- Disponibilidad de variedad de accesorios: kit confort, unidad bomba, rompedor en cruz, etc.
- Asilla de alta calidad de los costeros de aserraderos y copas de los árboles con el rompedor en cruz.
- Cinta de alimentación de acero para carga – Fácil de manipular (incluso material pequeño).



Datos Técnicos	FARMÍ 260 HFEL	FARMÍ 260 HFC
Producción, m <sup>3</sup> /h	10-40	10 - 30
Tronco máx. / apertura boca, mm	260 / 260x320	260 / 260x320
Grosor de astilla, mm	3 - 25	3 - 25
Potencia recomendada, kW	70 - 125	90 - 125
Diámetro del rotor, mm / Cuchillas, piezas	1050 / 2 (3)	1050 / 2 (3)
Revoluciones toma de fuerza, rpm	540 / 1000	(540) / 1000
Tubo de descarga estándar (opcional), m	(2.4) 3.0 (3.5)	(2.4) 3.0 (3.5)
Alimentación	Grúa de carga	Grúa de carga con cinta de alimentación
Peso rotor, kg	240	240
Peso astilladora, kg	860	1350
No-Stress	Estándar	Estándar
Rompe ramas	Estándar	Estándar

**TRITURADORA FARMÍ 260**

## 7. CONCLUSIONES.

- ❖ El PMAF con fines energético proyectado para “Cementos PANAM”, ubicado en la municipalidad de Villa Gautier; se realizará teniendo en cuenta los principios del desarrollo sostenible, para garantizar la conservación y protección de los recursos biológicos presentes en el área así como su viabilidad económica para un producto verde.
- ❖ En la elaboración del PMAF se tuvo en cuenta las características dasonómicas de la *Acacia Mangium*, en cuanto a existencias por área basal, volumen y número de individuos esperado por tareas/hectáreas, se adelanta la elaboración de una (“PMAF”) específicamente para el manejo y aprovechamiento de plantaciones con fines energéticos de la especie *Acacia mangium* en una extensión actual de 175.4 hectáreas.
- ❖ En la elaboración del PMAF se caracterizó, cuantificó y se evaluó las características del sitio y las plantaciones para un aprovechamiento forestal con fines energéticos en cada uno de los sectores levantados según el informe “INVENTARIO FORESTAL en plantaciones de *Acacia mangium* MAYO 2019”. Cementos PANAM
- ❖ Teniendo 175.3 ha total aprovechable, se tuvo en cuenta que los árboles por encima de 2.3 años estiman un potencial de 68 árboles/hectárea aproximadamente un volumen de 62 ton/ha, en el sector más joven hasta 1.5 años con un escenario conservador se estima un potencial de 48 árboles/hectárea un volumen aproximado de 8.8 ton/ha con una edad promedio de entre 1.5 y 4.3 años, no existiendo sitios de regeneración natural, ni intervenciones silvícolas programadas.

- ❖ Tomando el escenario de referencia actual **"Cementos PANAM"** el pulmón forestal a partir de plantaciones de Acacia aprovechables y abarca unas **175.4 hectáreas** con un estimado de **9,671.35 toneladas** de biomasa en pie.
- ❖ Los gastos asociados en los 4 años de manejo, plantación y aprovechamiento forestal suman USD 331,669.28 y la adquisición de nuevos equipos no excederá el monto de USD **108,943.2** puestos en la República Dominicana, por lo que la suma del proyecto en su totalidad asciende a **440 612.48 en 4 años de operación, donde posteriormente se podrá manejar la regeneración natural en plantaciones.**
- ❖ Con la utilización de una astilladora FARMI, se reducen los posibles efectos ambientales que se pueden ocasionar al bosque con el aprovechamiento, así como compactación del suelo, y el menor daño a la regeneración natural, entre otras, por lo que el impacto ambiental será mínimo y se espera un producto verde acorde con los ODS y un aporte a la reducción del 25% de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el mix-energético dominicano.
- ❖ Se requiere del salvoconducto de movilización emitido por INAREF para la extracción y transportación de las astillas de madera con fines energéticos hasta la planta de gasificación de Biomasa según los contratos entre vendedor/comprador, proveniente de plantaciones certificadas. Aquí se valora que las plantaciones propias de Cementos PANAM.

## 8. RECOMENDACIONES.

- ❖ Mantener las plantaciones más jóvenes con sus podas y entresacas, y de forma continúa a los cuatro años, ya que pueden tener rendimientos por encima de 60 ton/hectáreas, concibiendo métodos de prevención y control, mitigación de efectos ambientales y aprovechamiento óptimo, logrando una regeneración natural adecuada y bosques de plantación con una supervivencia del 90%.
- ❖ Se recomienda realizar un levantamiento en las áreas de "Cementos PANAM" con una actualización del mapa por sectores, ya que la información observada no está acorde con el mapa de plantación entregado en el 2018 para el estudio previsto.
- ❖ Establecer un programa de capacitación a partir del PMAF propuestos a los empleados de Cementos PANAM, que posean interés para implementar los planes de manejo forestales que contengan las actividades de plantación, manejo y aprovechamiento.
- ❖ Los proyectos forestales como un modelo sostenible como **"Cementos PANAM"** dan a conocer una visión empresarial ante las cadenas productivas privadas y sirve de estudio para el sector cementero comprometido con el medio ambiente y el desarrollo sostenible.
- ❖ Se invita a los socios del proyecto forestal-energético a cumplir con los objetivos y recomendaciones dadas en este plan de manejo y aprovechamiento forestal (Plantación, Manejo y Aprovechamiento) para mejorar sus ingresos adicionales proporcionando una inclusión social y equidad de género en tales iniciativas.

## BIBLIOGRAFIA REVISADA Y CONSULTADA.

- Baeza L, Gustavo... [et al]; (1997) Resultado de 10 años de investigación silvicultural del Proyecto MADELEÑA en Guatemala. Ed. Luis A. Ugalde. CATIE Instituto de Recursos Naturales Renovables. Turrialba C.R. <https://books.google.com.co/books>
- Bonza P, Niria P. (2014). Evaluación del Componente Forestal *Acacia Mangium Willd*, *Melina Gmelina arborea Roxb* y *Yopo Anadenanthera peregrina (L) Speg* Bajo Sistemas Silvopastoriles en el Centro de Investigación La Libertad
- CACERÍ Reforestadora. (2010). *Acacia Mangium* Lo que usted debe saber sobre la madera de *Acacia Mangium*. <http://www.caceri.com/assets/pdf/acacia.pdf>
- CATIE. Serie Técnica N°. 196; (1992) *Mangium, Acacia Mangium Wild*; especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba Costa Rica. <https://books.google.com.co/books>
- CORPOURABA. Programa Colombia Forestal. (2009). Guía Técnica para la elaboración de planes de manejo para áreas dentro de la ordenación. USAID, CHEMONICS.
- FAO, ENDA Dominicana; Cámara Forestal Dominicana CFD; Primer Simposio Caribeño sobre *Acacia Mangium*. Boca chica, Republica Dominicana. 21 al 23 de Mayo de 2014.
- López G, Octavio; (2012). Aprovechamiento y Uso de Madera Obtenida de Entresacas de Plantaciones Forestales Revista M&M (Ed. 76) 28 - 32 [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev76/forestal\\_octavio.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev76/forestal_octavio.pdf)
- Mateus G. Erika A; (2013). *Acacia Mangium*. Una especie para sembrar en serio. Revista M&M (Ed. 80) 26 – 33 [http://www.revista-mm.com/ediciones/rev80/Forestal\\_acacia.pdf](http://www.revista-mm.com/ediciones/rev80/Forestal_acacia.pdf)
- Proyecto MADELEÑA; CATIE; INRENARE. (1994). *Acacia Mangium*, Comportamiento y Potencial en Panamá. Memoria de Seminario Técnico; 28 de junio de 1994. <https://books.google.com.co/books>

# INVENTARIO FORESTAL PANAM

---

MAYO 2019



DIVISION CONSULTORÍA  
República Dominicana

# CONTENIDOS

<b>I.</b>	<b>RESUMEN EJECUTIVO .....</b>	<b>3</b>
<b>II.</b>	<b>METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>4</b>
	II.1 DESCRIPCIONES	
	II.2 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA	
	II.3 AJUSTE DE ÁREA DE LOS ESTRATOS	
	II.4 RECÁLCULO DE LA MUESTRA	
<b>III.</b>	<b>DESCRIPTIVA DE LOS SECTORES Y SUS RESPECTIVAS MUESTRAS ...</b>	<b>10</b>
	III.1 SECTOR 1	
	III.2 SECTOR 2	
	III.3 SECTOR 3	
	III.4 SECTOR 4	
<b>IV.</b>	<b>INFERENCIA DE LOS SECTORES .....</b>	<b>13</b>
<b>V.</b>	<b>ANEXOS .....</b>	<b>15</b>
	MUESTRAS LEVANTADAS	

## I. RESUMEN EJECUTIVO

El **área de interés** reportada por “Cementos PANAM” para esta consultoría es de 7,509.16 tareas (469.3 hectáreas) con interés energético. Una vez realizado el levantamiento en el área de referencia, se identificaron **2,806.95 tareas (175.4 hectáreas) plantadas con la Sp. Acacia mangium**, considerando la presencia de calveros, espacios para canales y torres de alta tensión, perturbaciones, caminos y otras especies forestales dentro de las plantaciones, lo cual requirió el levantamiento de **66 muestras (parcelas de muestreo)** para el logro de un nivel de confianza del 90% y un margen de error de 9.85%, **implicando el registro de 4,326 árboles** de la especie objetivo del estudio (Acacia Mangium Wild).

Dentro de las muestras, definidas como parcelas de 25 x 25 m (625 m<sup>2</sup>), se procedió a la tabulación de diferentes variables, entre ellas: la altura de copa (AC), el diámetro basal (DB) y el estado del espécimen, necesarios para el cálculo del volumen potencial de los mismos. En la estimación de los volúmenes se utilizó un coeficiente mórfico de 0.8 para los sectores 1, 2 y 3 de la plantación, mientras que el sector 4 (por ser relativamente más joven) se calculó con un coeficiente de 0.75.

Los resultados obtenidos por el contraste de volúmenes promedio por árbol indican que los **sectores 1 y 2 son estadísticamente semejantes**, mientras que el resto de las parejas resultantes del análisis de Tukey difieren estadísticamente, por lo que **se recomienda la estratificación de éstos (sectores 3 y 4) en el manejo de los resultados**.

Los sectores 1 y 2 presentan el mejor rendimiento de volumen por hectárea (de 58.75 a 78.50 toneladas y de 55.05 a 73.67 toneladas, respectivamente); mientras que el sector 3 presenta la más alta densidad de árboles por hectárea y la mayor extensión bajo consideración en el estudio, factores que le confieren a **estos sectores (1, 2 y 3) volúmenes totales relativamente semejantes** (de 2,903.52 a 3,879.27 toneladas en el sector 1, de 2,491.74 a 3,525.51 toneladas en el sector 2 y de 2,491.74 a 3,525.51 toneladas en el sector 3).

**La mayor proporción de bifurcación en los árboles se espera en los sectores 1 y 3**, mientras que los sectores 2 y 4 presentan proporciones similarmente más bajas. Con respecto a las proporciones de árboles secos, se puede esperar que **el sector 3 presente una mayor población de éstos**, siendo prácticamente nula la proporción de árboles secos para los sectores 2 y 4.

Teniendo en cuenta los cuatro sectores se registró un límite inferior de **8,185.61 toneladas** y un límite superior de **11,157.93 toneladas** en el área de referencia según las condiciones de sitio, por lo que un **Escenario Actual** propuesto sobre la media de los límites inferior y superior reporta un estimado de **9,671.35 toneladas en pie dentro de las 175.4 hectáreas**.

## II. METODOLOGÍA DEL LEVANTAMIENTO ESTADÍSTICO

### II.1 DEFINICIONES

Especie objetivo: Se identifica como especie objetivo a la *Acacia mangium wild* (familia Fabaceae, subfamilia Mimosaceae). Árbol de rápido crecimiento que puede alcanzar los 30 metros en su relativamente corta vida (30 años) y diámetros que raramente exceden los 50 cm.

Estratos para la muestra: Se considerarán como estratos, las áreas definidas como “sectores” (ver Figura 1. Mapa de referencia), por estar identificadas con presencia de la especie objetivo *Acacia mangium*.

Parcelas: Se establece el concepto de parcela como la unidad muestral a ser levantadas, determinadas como cuadrantes de 25 x 25 m (625 m<sup>2</sup>) por su aproximación con las dimensiones de la *tarea* (628.86 m<sup>2</sup>).



Figura 1. Mapa de referencia; Ubicación de sectores (estratos) dentro del área de estudio.

Fuente: Cemento PANAM, Julio 2018.

## II.2 CÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

La metodología utilizada para la selección del tamaño de muestra fue el muestreo aleatorio estratificado, con afijación proporcional. Se estableció el requerimiento de levantar **68 parcelas** (muestras) para el logro de un nivel de confianza del 90% y un margen de error máximo permitido del 10%, estándar de los estudios forestales, atendiendo a las dimensiones proporcionadas de referencia.

*Tabla 1. Distribución de las muestras para los estratos identificados*

<b>ESTRATO</b>	<b>ÁREA REPORTADA (Tareas)</b>	<b>PROPORCIÓN</b>	<b>TAMAÑO DE MUESTRA</b>
Sector 1	2,436.90	32.45%	22
Sector 2	1,835.56	24.44%	17
Sector 3	1,816.50	24.29%	16
Sector 4	1,420.20	18.91%	13
Sector 5	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>7,509.16</b>	<b>100%</b>	<b>68</b>

## II.3 AJUSTE DEL ÁREA DE LOS ESTRATOS

La visita de reconocimiento en campo implicó ajustes en los sectores por la presencia de calveros, espacios para canales, redes de alta tensión, caminos, perturbaciones y otras especies. A continuación, se presentan las modificaciones realizadas a cada uno de los sectores y el recalcular del tamaño de la muestra.

## Sector 1:

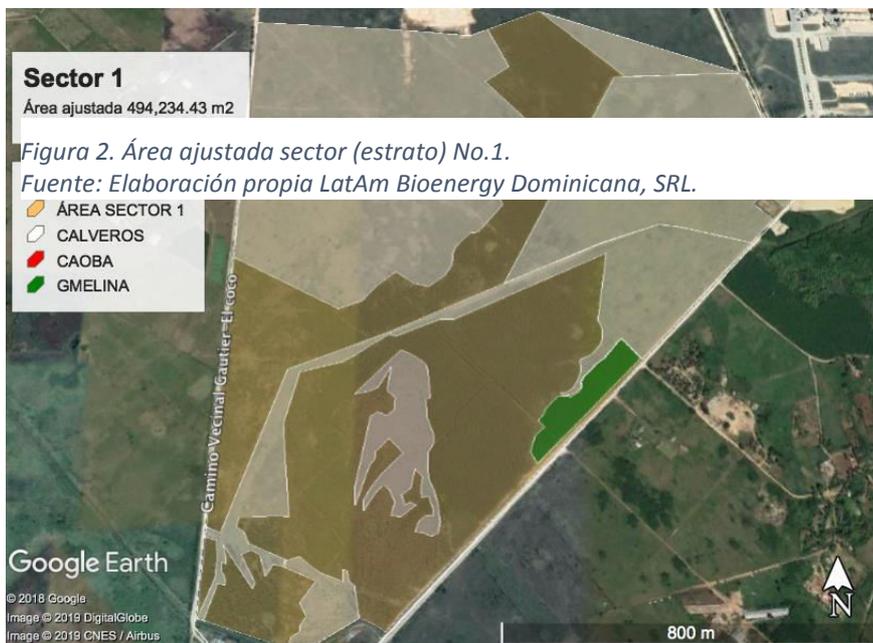
Tabla 2. Ajuste de área para el sector (estrato) No.1

Ampliación del área de interés con respecto al área inicialmente reportada (de 1,532,468.93 m<sup>2</sup> a 1,575,603.00 m<sup>2</sup>) debido a la identificación de la presencia de la especie objetivo al sur del sector.

Reducción del área debido a la identificación de **7 calveros mayores** (para un total de 1,000,207.00 m<sup>2</sup>), **presencia de otras especies** (para un total de 26,792.00 m<sup>2</sup>) y **calveros menores y caminos**, estimados en un 10% del área restante (para un total de 57,539.60 m<sup>2</sup>).

El **área ajustada** presenta las siguientes características con respecto al área reportada; Disminución del 64.19% por identificación de calveros y caminos y 1.70% por presencia de otras especies, para un área total a considerar del sector de **494,234.43 m<sup>2</sup>**, equivalentes a **785.92 tareas**.

SECTOR 1		
ÁREA REPORTADA	1,532,468.93	
ÁREA ESTIMADA	1,575,603.00	
AJUSTE POR CALVEROS (m <sup>2</sup> )	CALVERO 1-S1	246,987.00
	CALVERO 2-S1	32,991.00
	CALVERO 3-S1	93,849.00
	CALVERO 4-S1	40,056.00
	CALVERO 5-S1	37,144.00
	CALVERO 6-S1	482,475.00
	CALVERO 7-S1	15,256.00
	CALVEROS MENORES (10%)	61,684.50
AJUSTE POR "OTROS"	CAOBA (m <sup>2</sup> )	6,464.00
	GMELINA (m <sup>2</sup> )	20,328.00
	<b>ÁREA AJUSTADA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>494,234.43</b>



**Sector 2:**

A

juste del área de interés en el sector No.2 a 1,105,634.00 m<sup>2</sup>, con respecto del área reportada de 1,147,200.00 m<sup>2</sup>.

Reducción del área por: la identificación de **6 calveros mayores** (para un total de 491,532.00 m<sup>2</sup>), **presencia de otras especies** (para un total de 99,671.00 m<sup>2</sup>) y **calveros menores y caminos**, estimados en un 10% del área restante (para un total de 61,684.50 m<sup>2</sup>).

El **área ajustada** presenta las siguientes características con respecto al área reportada; 50.01% de calveros y 9.01% de otras especies, para un área total a considerar del sector de **494,586.80 m<sup>2</sup> equivalentes a 786.48 tareas.**

SECTOR 2	
	<b>ÁREA REPORTADA</b> 1,147,200.00
	<b>ÁREA ESTIMADA</b> 1,575,603.00
AJUSTE POR CALVEROS (m <sup>2</sup> )	CALVERO 1-S1 147,486.00
	CALVERO 2-S1 108,393.00
	CALVERO 3-S1 178,520.00
	CALVERO 4-S1 12,835.00
	CALVERO 5-S1 9,863.00
	CALVERO 6-S1 34,435.00
	CALVEROS MENORES (10%) 61,684.50
AJUSTE POR "OTROS"	CAOBA (m <sup>2</sup> ) 0.00
	GMELINA (m <sup>2</sup> ) 99,671.00
	<b>ÁREA AJUSTADA (m<sup>2</sup>) 494,586.80</b>

Tabla 3. Ajuste de área para el sector (estrato) No.2



Figura 3. Área ajustada sector (estrato) No.2

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

### Sector 3:

Tabla 4. Ajuste de área para el sector (estrato) No.3

Ajuste del área de interés en el sector No.3 a 1,135,232.00 m<sup>2</sup>, con respecto del área reportada de 1,135,300.00 m<sup>2</sup>.

Reducción del área por: la identificación de **7 calveros mayores** (para un total de 383,672.00 m<sup>2</sup>) y **calveros menores y caminos**, estimados en un 10% del área restante (para un total de 71,156.00 m<sup>2</sup>).

El área ajustada presenta las siguientes características con respecto al área reportada; 40.42% de calveros, para un área total a considerar del sector de **676,472.00 m<sup>2</sup> equivalentes a 1,075.71 tareas.**

SECTOR 3	
	<b>ÁREA REPORTADA</b> 1,135,300.00
	<b>ÁREA ESTIMADA</b> 1,135,232.00
AJUSTE POR CALVEROS (m <sup>2</sup> )	CALVERO 1-S1 311,582.00
	CALVERO 2-S1 3,793.00
	CALVERO 3-S1 25,869.00
	CALVERO 4-S1 9,184.00
	CALVERO 5-S1 8,677.00
	CALVERO 6-S1 7,639.00
	CALVERO 7-S1 16,928.00
	CALVEROS MENORES (10%) 75,156.00
AJUSTE POR "OTROS"	CAOBA (m <sup>2</sup> ) 0.00
	GMELINA (m <sup>2</sup> ) 0.00
	<b>ÁREA AJUSTADA (m<sup>2</sup>) 676,472.00</b>

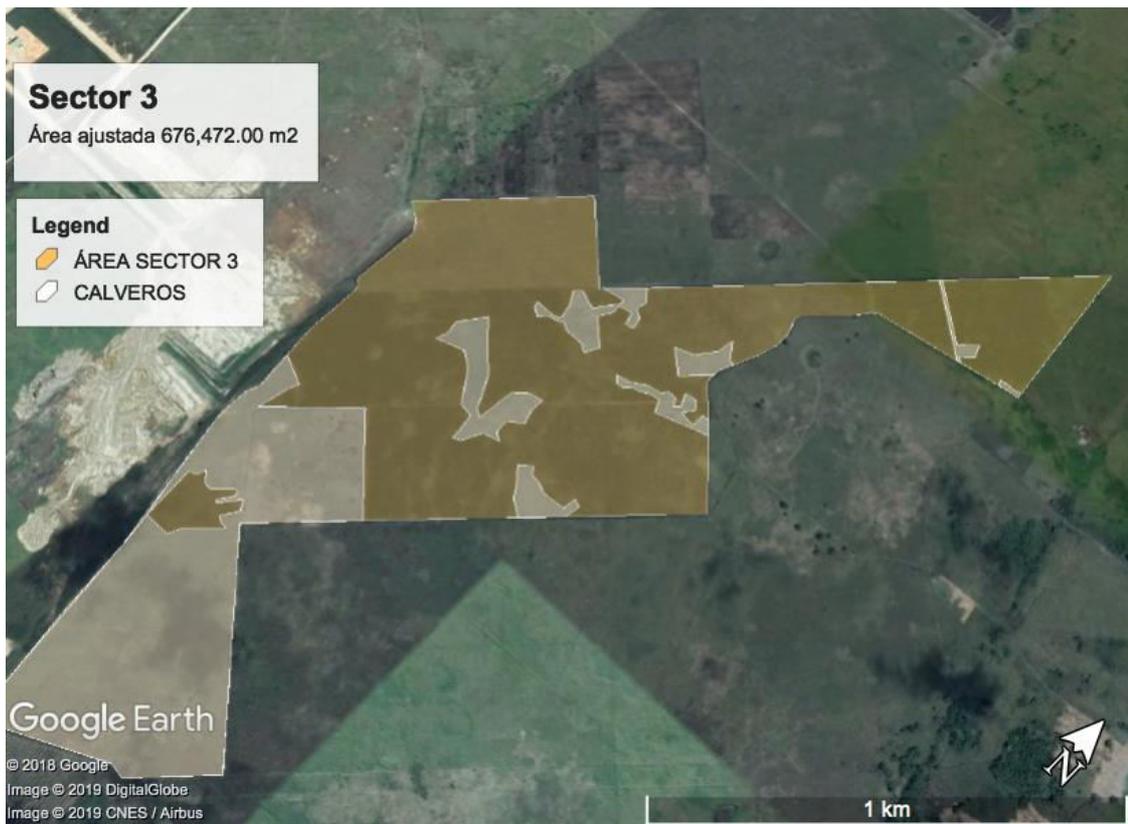


Figura 4. Área ajustada sector (estrato) No.3

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

#### Sector 4:

Tabla 5. Ajuste de área para el sector (estrato) No.4

Ajuste del área de interés en el sector No.4 a 1,102,459.00 m<sup>2</sup>, con respecto del área reportada de 893,196.97 m<sup>2</sup>.

Reducción del área por: la identificación de **2 calveros mayores** (para un total de 758,864 m<sup>2</sup>) y **calveros menores y caminos**, estimados en un 10% del área restante (para un total de 34,359.50 m<sup>2</sup>).

El área ajustada presenta las siguientes características con respecto al área reportada; 88.82% de calveros, para un área total a considerar del sector de **99,883.47 m<sup>2</sup> equivalentes a 158.83 tareas.**

SECTOR 4		
<b>ÁREA REPORTADA</b>	893,106.97	
<b>ÁREA ESTIMADA</b>	1,102,459.00	
<b>AJUSTE POR CALVEROS (m<sup>2</sup>)</b>	CALVERO 1-S1	651,713.00
	CALVERO 2-S1	107,151.00
	CALVEROS MENORES (10%)	34,359.50
<b>AJUSTE POR "OTROS"</b>	CAOBA (m <sup>2</sup> )	0.00
	GMELINA (m <sup>2</sup> )	0.00
<b>ÁREA AJUSTADA (m<sup>2</sup>)</b>	<b>99,883.47</b>	



Figura 5. Área ajustada sector (estrato) No.4

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

## II.4 RECÁLCULO DEL TAMAÑO DE MUESTRA

Los ajustes realizados a las áreas de los estratos, desglosado en el acápite anterior, derivaron en la necesidad de ajustar el tamaño y distribución de la muestra. La Tabla 6 presenta la redistribución de las **66 parcelas a levantar**, manteniendo los criterios inicialmente definidos (nivel de confianza del 90% y un margen de error máximo permitido del 10%).

Tabla 6. Distribución de las muestras para los estratos ajustados

ESTRATO	ÁREA INICIALMENTE REPORTADA (Tareas Dominicanas)	ÁREA AJUSTADA (Tareas Dominicanas)	PROPORCIÓN AJUSTADA	TAMAÑO DE MUESTRA AJUSTADA
Sector 1	2,436.90	785.92	28.00%	18
Sector 2	1,835.56	786.48	28.02%	18
Sector 3	1,816.50	1,075.71	38.32%	25
Sector 4	1,420.20	158.83	5.66%	4
Sector 5	N/A	N/A	N/A	N/A
<b>TOTAL</b>	<b>7,509.16</b>	<b>2,806.95</b>	<b>100%</b>	<b>66</b>

### III. DESCRIPTIVA DE LOS SECTORES Y SUS RESPECTIVAS MUESTRAS

Las 66 parcelas levantadas corresponden aun total de 41,250 m<sup>2</sup> abarcados, **registrándose un total de 4,326 árboles** en los 4 sectores de interés.

*Tabla 7. Resumen descriptivo de los sectores*

Sector	Cantidad de árboles promedio por tarea	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (m)	Volumen promedio * árbol (ton)
1	68	9.8683	0.1217	0.0628
2	64	9.8900	0.1276	0.0627
3	71	8.6876	0.1019	0.0386
4	48	5.8375	0.0732	0.0114

#### III.1 SECTOR 1

Un total de 18 parcelas levantadas en el sector no.1 (con 1,219 árboles registrados) arrojaron un promedio de **68 árboles por tarea** (desviación estándar de 11 árboles). La **altura promedio** de los árboles en el sector es de **9.8683 m** (desviación estándar de 0.7958 m) y el **diámetro promedio** de **12.1744 cm** (desviación estándar de 0.7698 cm). El **volumen promedio** registrado por árbol fue de **0.0628 ton** (desviación estándar de 0.01126 ton).

Un total de **320 árboles presentaron desviación** (bifurcaciones y trifurcaciones; sencillas y dobles) representando un 26.25% de la muestra levantada. **47 árboles secos** representaron un 3.86% de la muestra.

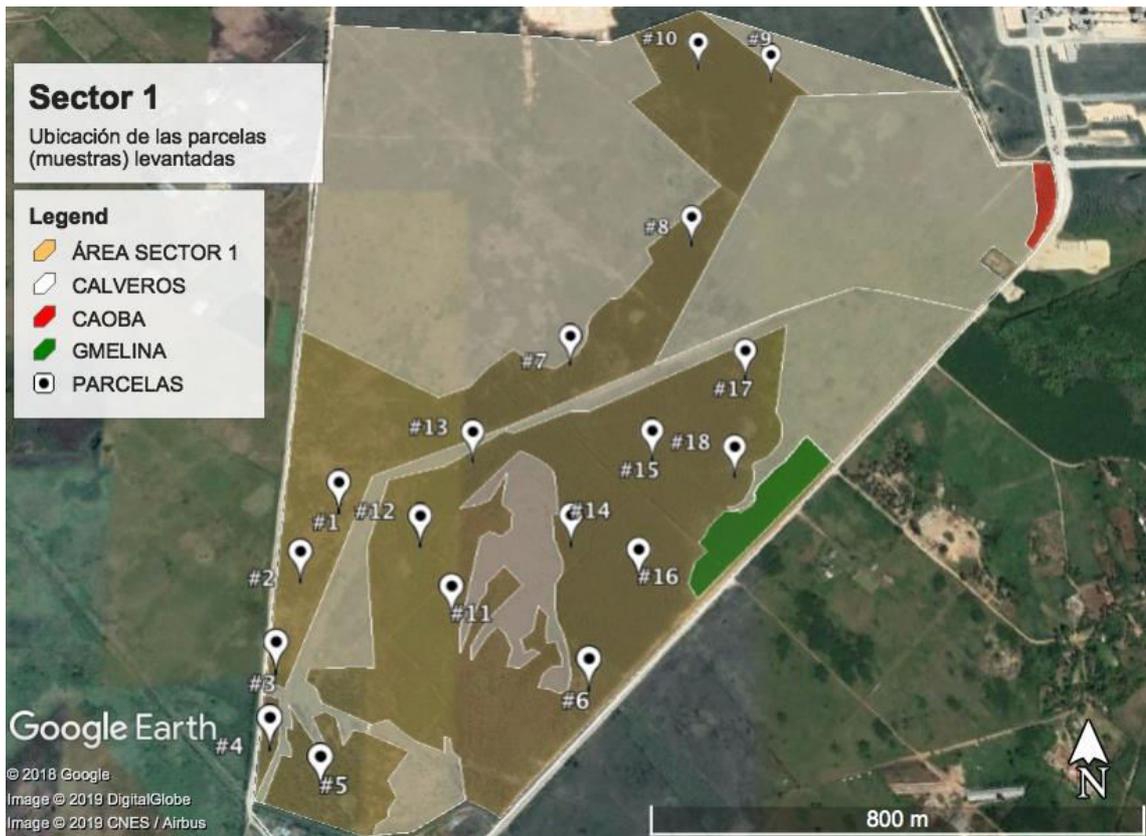


Figura 6. Ubicación de muestras en sector 1

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

### III.2 SECTOR 2

Un total de 18 parcelas levantadas en el sector no.2 (con 1,147 árboles registrados) arrojaron un promedio de **64 árboles por tarea** (desviación estándar de 10 árboles). La **altura promedio** de los árboles en el sector es de **9.8900 m** (desviación estándar de 0.7395 m) y el **diámetro promedio** de **12.7622 cm** (desviación estándar de 1.2017 cm). El **volumen promedio** registrado por árbol fue de **0.0627 ton** (desviación estándar de 0.01857 ton).

Un total de **180 árboles presentaron desviación** (bifurcaciones y trifurcaciones; sencillas y dobles) representando un 15.69% de la muestra levantada. **12 árboles secos** representaron un 1.04% de la muestra.

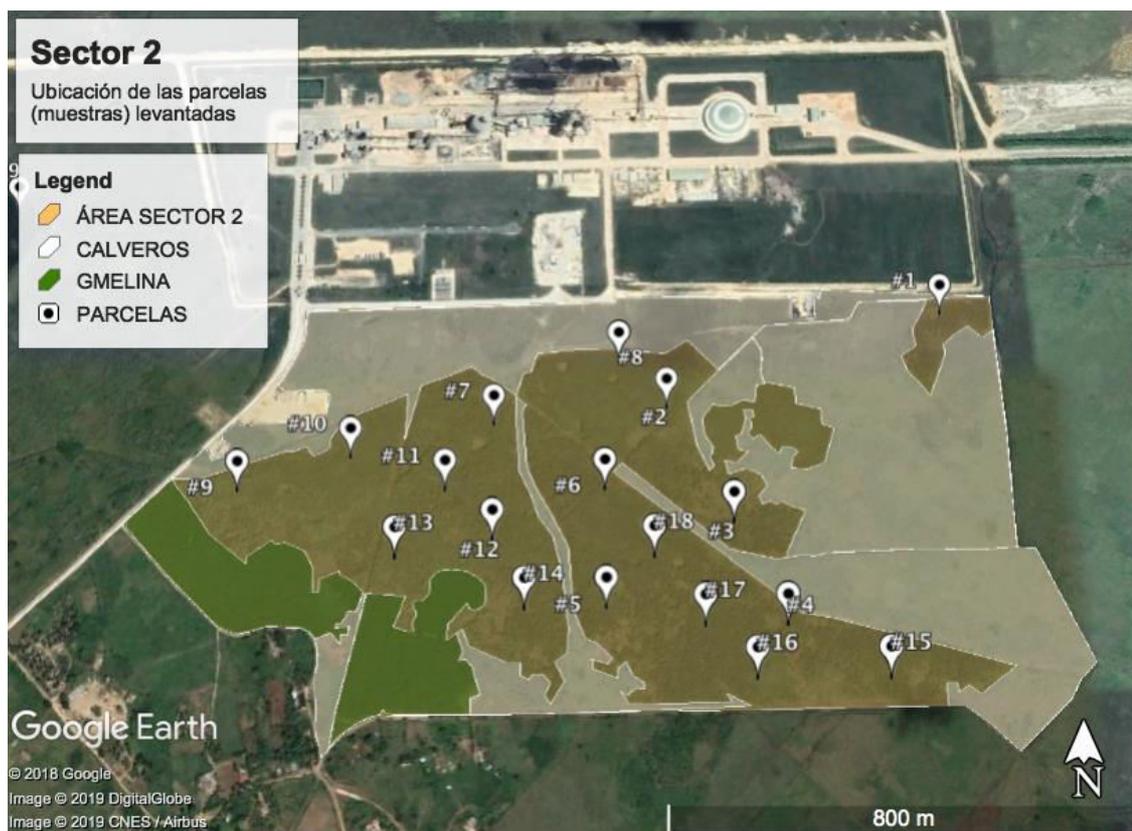


Figura 7. Ubicación de muestras en sector 2

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

### III.3 SECTOR 3

Un total de 25 parcelas levantadas en el sector no.3 (con 1,769 árboles registrados) arrojaron un promedio de **71 árboles por tarea** (desviación estándar de 12 árboles). La **altura promedio** de los árboles en el sector es de **8.6876 m** (desviación estándar de 0.7294 m) y el **diámetro promedio** de **10.1904 cm** (desviación estándar de 0.9454 cm). El **volumen promedio** registrado por árbol fue de **0.0386 ton** (desviación estándar de 0.0117 ton).

Un total de **465 árboles presentaron desviación** (bifurcaciones y trifurcaciones; sencillas y dobles) representando un 26.29% de la muestra levantada. **61 árboles secos** representaron un 3.45% de la muestra.



ura 8. Ubicación de muestras en sector 3

Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL.

### III.4 SECTOR 4

Un total de 4 parcelas levantadas en el sector no.4 (con 191 árboles registrados) arrojaron un promedio de **48 árboles por tarea** (desviación estándar de 8 árboles). La **altura promedio** de los árboles en el sector es de **5.8375 m** (desviación estándar de 0.2220 m) y el **diámetro promedio** de **7.3175 cm** (desviación estándar de 0.3446 cm). El **volumen promedio** registrado por árbol fue de **0.0114 ton** (desviación estándar de 0.0008 ton).

Un total de **32 árboles presentaron desviación** (bifurcaciones y trifurcaciones; sencillas y dobles) representando un 16.75% de la muestra levantada.

## IV. INFERENCIA DE LOS SECTORES

Con valores de p superiores al nivel de significancia establecido ( $\alpha=0.01$ ), se comprueba la normalidad de los promedios de las muestras en los sectores, y se procede con la estimación de los parámetros de dicha población para cantidad de árboles y el volumen esperado por hectárea:

Tabla 8. Estimación de volúmenes por sectores.

SECTOR 1
----------

Factor	Valor p (Normalidad)	90% CI para $\mu$	
		LI	LS
Cantidad de árboles * muestra	0.0896	63.302	72.142
Volumen * árbol (ton)	0.0284	0.058	0.068
Volumen * muestra (ton)	N/A	3.672	4.906
<b>Volumen por hectárea (ton)</b>	N/A	<b>58.752</b>	<b>78.496</b>
<b>Volumen para las hectáreas ajustadas del sector (<math>\approx</math> 49.42 ha) (ton)</b>		<b>2,903.52</b>	<b>3,879.27</b>

<b>SECTOR 2</b>			
<b>Factor</b>	<b>Valor p (Normalidad)</b>	<b>90% CI para <math>\mu</math></b>	
		<b>LI</b>	<b>LS</b>
Cantidad de árboles * muestra	0.0547	59.732	67.712
Volumen * árbol (ton)	0.7994	0.058	0.068
Volumen * muestra (ton)	N/A	3.441	4.604
<b>Volumen por hectárea (ton)</b>	N/A	<b>55.049</b>	<b>73.670</b>
<b>Volumen para las hectáreas ajustadas del sector (<math>\approx</math> 49.46 ha) (ton)</b>		<b>2,722.72</b>	<b>3,643.75</b>

<b>SECTOR 3</b>			
<b>Factor</b>	<b>Valor p (Normalidad)</b>	<b>90% CI para <math>\mu</math></b>	
		<b>LI</b>	<b>LS</b>
Cantidad de árboles * muestra	0.0291	65.773	75.747
Volumen * árbol (ton)	0.2314	0.035	0.043
Volumen * muestra (ton)	N/A	2.302	3.257
<b>Volumen por hectárea (ton)</b>	N/A	<b>36.832</b>	<b>52.113</b>
<b>Volumen para las hectáreas ajustadas del sector (<math>\approx</math> 67.65 ha) (ton)</b>		<b>2,491.74</b>	<b>3,525.51</b>

<b>SECTOR 4</b>			
<b>Factor</b>	<b>Valor p (Normalidad)</b>	<b>90% CI para <math>\mu</math></b>	
		<b>LI</b>	<b>LS</b>
Cantidad de árboles * muestra	0.8022	38.466	57.034
Volumen * árbol (ton)	0.1453	0.011	0.012
Volumen * muestra (ton)	N/A	0.423	0.684
<b>Volumen por hectárea (ton)</b>	N/A	<b>6.770</b>	<b>10.950</b>
<b>Volumen para las hectáreas ajustadas del sector (<math>\approx</math> 9.99 ha) (ton)</b>		<b>67.63</b>	<b>109.40</b>

- Prueba t para la estimación de los 90% IC

Como se puede observar, **los sectores 1 y 2 presentan el mejor rendimiento de volumen por hectárea** (con intervalos de 58.75 a 78.50 y 55.05 a 73.67 respectivamente), denotándose un menor volumen para el sector 3 (36.83 a 52.113) y una reducción considerable para el sector 4 (6.77 a 10.95).

La alta densidad de árboles por hectárea, y la extensión de área que permanece en el estudio, permiten que **el sector 3 se asemeje a los volúmenes totales presentados por los sectores 1 y 2, situación totalmente opuesta a la del sector 4 (baja densidad de árboles por hectárea y poca extensión de área bajo consideración).**

Un análisis de ANOVA, conducido entre los volúmenes de los sectores, indica significancia estadística para el nivel asumido ( $p < 0.0001$ ). Complementado con un análisis comparativo de Tukey, **se determinó que todos los pares de medias difieren, exceptuando los sectores 1 y 2, por lo que se recomienda mantener el análisis de los resultados de forma estratificada (por lo menos para los sectores 3 y 4).**

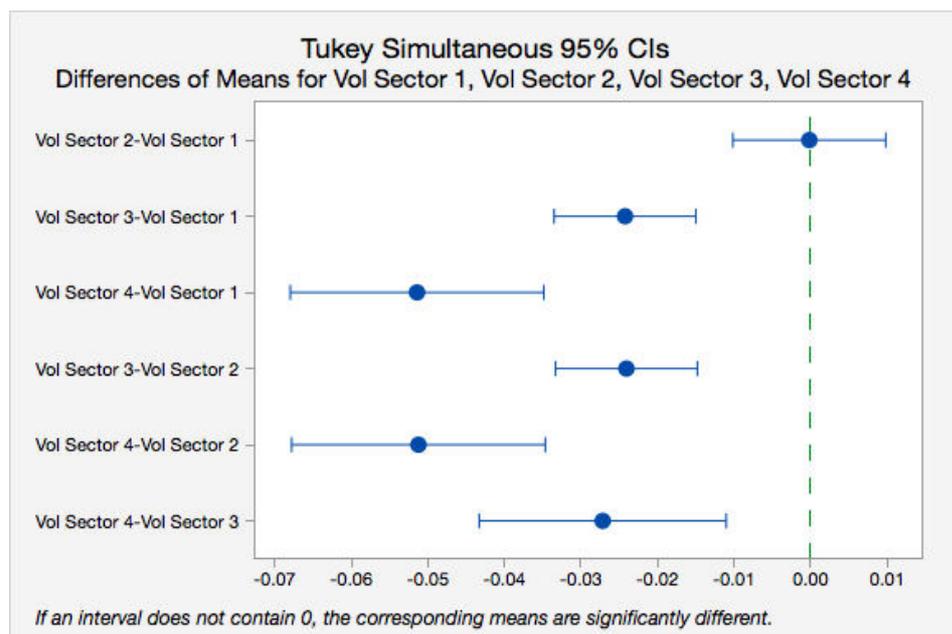


Figura 10. Comparación de Tukey para pares de medias  
Fuente: Elaboración propia LatAm Bioenergy Dominicana, SRL

El análisis de los especímenes secos y los bifurcados permitió establecer **la mayor proporción de bifurcación se espera en los sectores 1 y 3**, mientras que los sectores 2 y 4 presentan proporciones similarmente más bajas. Con respecto a las proporciones de árboles secos, se puede esperar que **el sector 3 presente una mayor población de estos** (pudiendo alcanzar hasta un 4.25%), mientras que los sectores 2 y 4 vuelven a presentar las tendencias más bajas.

Tabla 9. Estimación de las proporciones de bifurcación y árboles secos

Sectores	90% CI para la proporción de árboles secos esperados		90% CI para la proporción de árboles bifurcados esperados	
	LI	LS	LI	LS
<b>1</b>	2.99%	2.99%	24.18%	28.4%
<b>2</b>	0.60%	1.69%	13.95%	17.57%
<b>3</b>	2.76%	4.25%	24.57%	28.06%
<b>4</b>	0.00%	0.00%	12.45%	21.84%

## V. ANEXOS

Tabla 10. Resumen descriptivo de las muestras levantadas en el Sector No. 1

Parcela	Ubicación de la parcela		Cantidad de árboles en la parcela	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)	Volumen promedio * árbol (ton)
	Coord. X (N)	Coord. Y (W)				
1	18° 29' 33"	69° 34' 08"	46	8.75	12.23	0.0610
2	18° 29' 29"	69° 34' 10"	55	8.72	13.18	0.0630
3	18° 29' 24"	69° 34' 11"	62	8.75	12.50	0.0523
4	18° 29' 20"	69° 34' 11"	63	9.26	11.49	0.0565
5	18° 29' 18"	69° 34' 08"	62	9.01	12.73	0.0530
6	18° 29' 23"	69° 33' 53"	71	9.68	10.97	0.0556
7	18° 29' 42"	69° 34' 54"	74	10.15	12.36	0.0587
8	18° 29' 50"	69° 33' 46"	45	11.22	13.58	0.0959
9	18° 30' 02"	69° 33' 40"	86	10.08	12.38	0.0616
10	18° 30' 03"	69° 33' 45"	70	9.19	11.29	0.0494
11	18° 29' 27"	69° 34' 01"	73	10.06	11.65	0.0699
12	18° 29' 31"	69° 34' 03"	69	10.44	13.21	0.0758
13	18° 29' 36"	69° 34' 00"	69	10.29	12.32	0.0663
14	18° 29' 31"	69° 33' 54"	73	10.16	11.05	0.0772
15	18° 29' 36"	69° 33' 49"	76	10.46	12.49	0.0622
16	18° 29' 29"	69° 33' 50"	74	11.30	12.58	0.0627
17	18° 29' 41"	69° 33' 43"	81	10.44	11.92	0.0543
18	18° 29' 35"	69° 33' 44"	70	9.67	11.21	0.0557

Tabla 11. Resumen descriptivo de las muestras levantadas en el Sector No. 2

Parcela	Ubicación de la parcela		Cantidad de árboles en la parcela	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)	Volumen promedio * árbol (ton)
	Coord. X (N)	Coord. Y (W)				
1	18° 29' 55"	69° 32' 39"	68	9.70	13.52	0.0607
2	18° 29' 49"	69° 32' 57"	70	9.49	12.43	0.0650
3	18° 29' 42"	69° 32' 53"	38	9.94	14.91	0.0879
4	18° 29' 36"	69° 32' 50"	48	9.10	12.56	0.0607
5	18° 29' 37"	69° 33' 01"	67	9.99	12.62	0.0563
6	18° 29' 44"	69° 33' 10"	64	10.08	14.35	0.0687
7	18° 29' 48"	69° 33' 08"	72	10.22	13.30	0.0681
8	18° 29' 52"	69° 32' 60"	60	10.53	13.81	0.0713
9	18° 29' 44"	69° 33' 24"	61	8.67	11.40	0.0485
10	18° 29' 46"	69° 33' 17"	72	9.81	12.58	0.0654
11	18° 29' 44"	69° 33' 11"	57	9.93	14.07	0.0709
12	18° 29' 41"	69° 33' 08"	74	10.67	11.97	0.0676
13	18° 29' 40"	69° 33' 14"	55	10.02	13.41	0.0640
14	18° 29' 37"	69° 33' 06"	65	9.01	10.30	0.0387
15	18° 29' 33"	69° 32' 44"	72	9.84	11.97	0.0533
16	18° 29' 33"	69° 32' 52"	72	12.03	13.54	0.0797
17	18° 29' 36"	69° 32' 55"	59	9.25	11.26	0.0482
18	18° 29' 40"	69° 32' 58"	73	9.74	11.72	0.0529

Tabla 12. Resumen descriptivo de las muestras levantadas en el Sector No. 3

Parcela	Ubicación de la parcela		Cantidad de árboles en la parcela	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)	Volumen promedio * árbol (ton)
	Coord. X (N)	Coord. Y (W)				
1	18° 30' 13"	69° 32' 04"	89	9.56	9.84	0.0536
2	18° 30' 42"	69° 31' 32"	78	9.22	10.04	0.0417
3	18° 30' 39"	69° 31' 35"	76	8.17	9.74	0.0317
4	18° 30' 35"	69° 31' 37"	73	8.43	10.29	0.0317
5	18° 30' 12"	69° 30' 01"	76	9.02	10.16	0.0412
6	18° 30' 22"	69° 31' 51"	80	9.03	11.63	0.0468
7	18° 30' 14"	69° 31' 56"	79	9.04	11.50	0.0454
8	18° 30' 08"	69° 31' 60"	75	9.24	10.25	0.0554
9	18° 29' 54"	69° 32' 02"	75	8.67	11.15	0.0398
10	18° 30' 15"	69° 32' 05"	51	7.25	8.90	0.0205
11	18° 30' 21"	69° 31' 58"	25	7.11	8.14	0.0137
12	18° 30' 21"	69° 31' 58"	64	8.09	9.14	0.0235
13	18° 30' 19"	69° 32' 05"	66	7.27	8.44	0.0189
14	18° 30' 24"	69° 31' 37"	65	8.81	10.88	0.0420
15	18° 30' 20"	69° 31' 34"	77	9.32	11.13	0.0420
16	18° 30' 17"	69° 31' 37"	65	9.06	10.65	0.0460
17	18° 30' 15"	69° 31' 41"	79	9.74	10.11	0.0599
18	18° 30' 16"	69° 31' 46"	79	9.67	11.68	0.0489
19	18° 30' 11"	69° 31' 52"	70	8.53	10.41	0.0414
20	18° 30' 03"	69° 31' 50"	78	9.14	10.40	0.0478
21	18° 30' 08"	69° 31' 49"	68	8.87	10.78	0.0367
22	18° 30' 50"	69° 31' 24"	72	8.36	10.38	0.0360
23	18° 30' 46"	69° 31' 21"	68	8.30	10.01	0.0370
24	18° 30' 44"	69° 31' 26"	69	9.22	10.34	0.0401
25	18° 30' 27"	69° 31' 54"	72	8.07	8.77	0.0231

Tabla 13. Resumen descriptivo de las muestras levantadas en el Sector No. 4

Parcela	Ubicación de la parcela		Cantidad de árboles en la parcela	Altura promedio (m)	Diámetro promedio (cm)	Volumen promedio * árbol (ton)
	Coord. X (N)	Coord. Y (W)				
1	18° 30' 42"	69° 32' 06"	51	5.57	7.36	0.0108
2	18° 30' 48"	69° 32' 03"	57	6.01	7.71	0.0122
3	18° 30' 48"	69° 31' 36"	44	5.74	7.33	0.0107
4	18° 30' 41"	69° 31' 39"	39	6.03	6.87	0.0120

**ACUERDO ESPECIAL GIZ-LatAm Bioenergy Dominicana**

**No. Contrato: 83320856**

**PRODUCTO NO. 3**

Estudio para la estimación de la reducción de emisiones de Gases de Efecto Invernadero (GEI) para las tecnologías energéticas previstas a partir de las fuentes renovables (Solar Fotovoltaica y Biomasa). Identificación de todas las medidas de mitigación que acompañen la meta de reducción para el sector cementero que sean replicables en el contexto nacional.



Industria Cementos PANAM. Mayo 2019

***Implementación Piloto en Cementos PANAM.  
Junio/2019  
Republica Dominicana***

## ACTIVIDADES GENERALES.

### 3.1. Visión sectorial de las emisiones de GEI y su hoja de ruta para el sector cementero de la República Dominicana.

La estimación de emisiones de la Industria Cementera a nivel nacional para el 2015 se reporta en 1,758.06 Gg CO<sub>2</sub> en los procesos industriales reportado en el sector IPPU según las directrices del IPCC 2006 con un nivel 2 para estimar las emisiones, pero el consumo de electricidad de la industria es reportado las emisiones dentro del sector de energía, por ende las emisiones por el consumo de electricidad son inferiores a las reportadas dentro del proceso industrial.

En la figura 3.1, se aprecian una modelación con datos reportados sobre las emisiones para el sector IPPU hasta el año 2018 ascendentes a 1.557.24 Gg CO<sub>2e</sub>, donde Cementos PANAM tiene una emisión correspondiente a todo su proceso industrial a 296.57 Gg CO<sub>2e</sub>, lo que representa el **19%** de las emisiones totales del sector cementero a nivel nacional para el año de referencia.

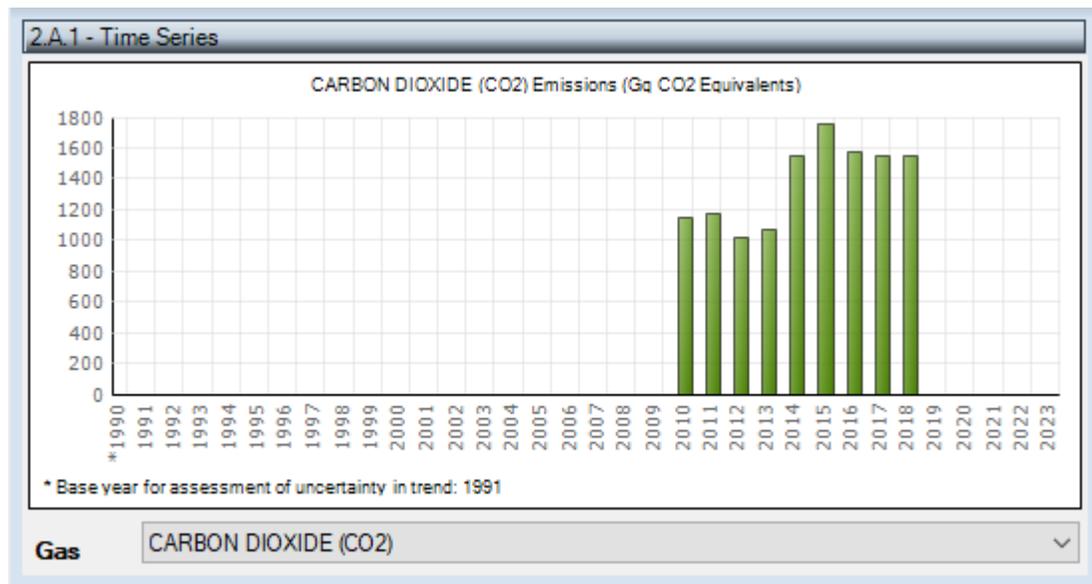


Figura 3.1. Emisiones del Sector Cementero en la República Dominicana. Sector IPPU.

Fuente: Elaboración propia. Inventory Software IPCC 2017. Modelación de Datos.

La estimación de emisiones en la generación de energía a nivel nacional para el 2015 se reportaron en 9,871.11 Gg CO<sub>2e</sub> en el sector energía según las directrices del IPCC 2006 como se puede apreciar en la figura 3.2.

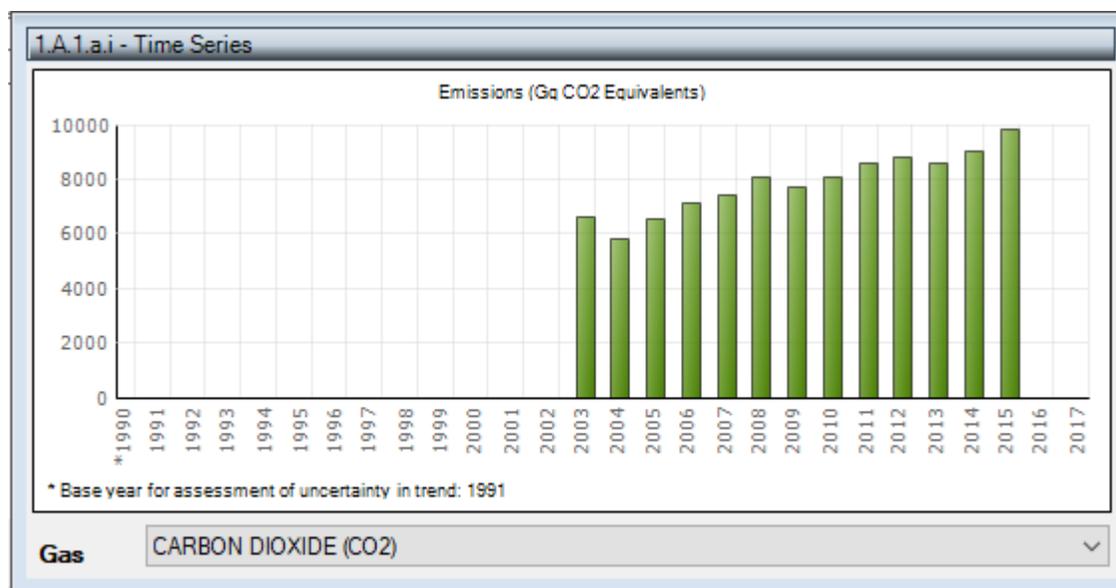


Figura 3.2. Emisiones del Subsector Generación de Electricidad en la República Dominicana. Sector Energía  
Fuente: Elaboración propia. Inventory Software IPCC 2017. Datos INGEI-2015.

Tomando los datos de las emisiones para el sector cementero la Asociación Dominicana Cementera (ADOCEM-2018) se propone una hoja de ruta para la reducción de emisiones en el sector la cual está alineada con los compromisos nacionales asumidos en el país. A continuación, se muestra en la tabla 3.1, dichas acciones de mitigación que pueden ser implementadas en el sector.

Tabla 3.1. Hoja de ruta planteada por la industria cementera y presentada por la Asociación Dominicana de Cementeros “ADOCEM” en el año 2018

Tipos de Emisiones		Fuentes de Emisiones	Potencial de reducción
1. Emisiones directas	a.	Calcinación de carbonatos (materias primas)	Bajo
	b.	Combustión del carbono orgánico contenido en materias primas	Bajo
	c.	Combustión en horno relacionados con la producción de Clinker	Alto
	d.	Combustión de combustibles no utilizados en el horno	Bajo
	e.	Combustión de combustibles para la generación de energía <i>in situ</i>	Bajo
	f.	Tipos de combustibles ( convencionales, alternativos y biomasa)	Alto
	g.	Tipos de materias primas alternativas	Alto
	h.	Tipos de productos (clinker, cementitious, cemento)	Alto
	i.	Eficiencia térmica en producción de clinker	Bajo
2. Emisiones indirectas	j.	Electricidad comprada por las cementeras	Bajo
	k.	Clinker comprado y mezclado con la producción	Alto
	l.	Eficiencia eléctrica	Bajo

Fuente: ADOCEM-2018

Tomando el objetivo del estudio sobre el diseño de un programa integral para el aprovechamiento energético sostenible en el sector cementero del país, se ha tomado “Cementos PANAM” como caso piloto para el estudio para la identificación de tecnologías energéticas renovables bajas en emisiones.

Cementos PANAM tiene un consumo de electricidad de la industria estimado en 85,500,000 kWh/año que va en relación con las emisiones reportadas en el sector de energía, las cuales son inferiores a las emisiones producidas en el proceso industrial y es donde este estudio se centra en las tecnologías renovables específicamente a partir de biomasa que puedan contribuir a disminuir en un **11.5%** del consumo de electricidad de la red interconectada.

### **3.2. Evaluación de las tecnologías energéticas propuesta para Cementos PANAM.**

Se realizó un trabajo de levantamiento con el equipo técnico de Cementos PANAM que identificó posibles fuentes energéticas con potencialidades factibles a partir de un radio no mayor de 50 km de distancia, las mismas se enuncian a continuación:

- Se identifica el vertedero de Boca Chica con no más de 10 Km de distancia para el aprovechamiento de residuos.
- Se identifica el Ingenio Porvenir con más de 20 mil toneladas de Bagazo y Cenizas que pueden ser utilizadas en el horno de Clinker.
- Se identifican plantaciones de Acacias en terrenos propios que una superficie de 24,000 tareas (1,500 ha) donde se planifican la extracción del material de las minas y la reforestación con las especies mejoradoras de suelos y con usos energéticos.
- Se identifican plantaciones de Acacias a través de la asociación de productores de biomasa con más de 50 mil tareas (3,125 ha) en un radio no mayor de 50 km.
- Se identificaron espacios de suelos con muy bajos rendimientos agrícolas, aptos para la implementación de parques solares fotovoltaicos en la mina de agregados La Luisa.

Teniendo en cuenta todo el levantamiento, se realizó una evaluación general siguiendo los criterios de la metodología TNA (Technology Needs Assessment for Climate Change) siguiendo las indicaciones metodológicas se seleccionan las tecnologías para la mitigación del cambio climático en el sector cementero en el país.

Se preparó una hoja de datos de tecnología para las opciones preseleccionadas (Dos para el sector) a partir de la información contenida en el producto 1, con un contenido en la hoja de datos sobre la tecnología que incluyó: breve descripción de la tecnología, los costos de la tecnología, la aplicación) potencial en el país, la mitigación y otros beneficios sociales, económicos y ambientales). Sobre la base de la hoja de datos de tecnología, los interesados pudieron seleccionar las tecnologías basadas en el análisis de criterios múltiples.

Posteriormente, se realizó una breve descripción del plan de acción para las tecnologías (TAP) para la mitigación. Dicho plan de acción que es el resultado del 'proceso político-técnico e interactivo' con los interesados (Ejecutivos y grupo técnico de Cementos PANAM), lo cual fue

conducido a una selección de dos de las varias opciones para grupos de medidas descritas en el análisis técnico (Implementación de tecnologías renovables más apropiadas para Cementos PANAM). El informe se basa exclusivamente en el contenido (condensado y editado para los tomadores de decisiones).

La audiencia (grupo objetivo) para este informe fue concebida entre LatAm Bioenergy y Cementos PANAM, por lo tanto, creadores de políticas nacionales (CNCCMDL), partes interesadas nacionales e instituciones donantes internacionales (GIZ) serán informados de este análisis.

Una vez explicado el análisis siguiendo los criterios del TNA, se estableció un diálogo técnico con expertos y se llegó a la conclusión de evaluar con mayor exhaustividad la utilización de dos tecnologías a partir de fuentes renovables de energía para la industria piloto:

- I. Aprovechamiento del potencial de la biomasa forestal del área propia de la cementera.
- II. Diseño de un parque Solar Fotovoltaico en las minas de agregados “La Luisa”.

### **3.3 Aprovechamiento del potencial de la biomasa forestal del área de la cementera**

En base al levantamiento, caracterización y evaluación del potencial energético de la biomasa en el área de amortiguamiento de “CEMENTO PANAM” se concluye que en la actualidad se dispone de 175.4 hectáreas plantadas principalmente de Acacia mangium con una edad entre 1.5 y 4.3 años, que constituye el pulmón forestal que promedia 9,676.35 toneladas de biomasa en pie, según (Inventario Forestal LatAm, Mayo-2019), las cuales pueden ser aprovechadas con fines energéticos.

El potencial de biomasa forestal de la planta podría incrementarse sustantivamente en los próximos años si la empresa decide realizar la inversión correspondiente.

La capacidad de la tecnología para la generación de electricidad en base a biomasa es aún una decisión por tomar, por lo que para evaluar las emisiones evitadas se han tomado varios posibles escenarios.

Los escenarios que se asumen se muestran a continuación:

**Escenario 1.** Introducir plantas modulares de 350 kWe de forma escalonada hasta alcanzar una potencia total de 1,3 MWp. El segundo módulo se introduce en el cuarto año después del primero y el tercer módulo en el cuarto año después del segundo.

**Escenario 2.** Introducir plantas modulares de 500 kWe de forma escalonada hasta alcanzar una potencia total de 1,4 MWp. El segundo módulo se introduce en el cuarto año después del primero y el tercer módulo en el cuarto año después del segundo.

**Escenario 3.** Introducir una planta de 1,258 kWe compacta. Contar con un pulmón adicional a través de la Asociación de Productores de Biomasa los cuatro primeros años, hasta lograr en el año ocho la estabilidad en las áreas propias de la industria.

Los datos comunes que se asumen para los cálculos en todos los escenarios se muestran en la tabla 3.2.

Tabla 3.2. Valor de los parámetros asumidos para el cálculo de las emisiones evitadas en los tres escenarios.

No.	Parámetro	Unidad de medida	Valor
1.	Factor de disponibilidad de la planta ( $F_d$ )	%	89
2.	Valor calorífico de la biomasa ( $V_c$ )	GJ/t	17
3.	Eficiencia de la planta ( $E_p$ )	%	28
4.	Factor de emisión de la red eléctrica (FE)	tCO <sub>2e</sub> /MWh	0,61
5.	Vida útil de la tecnología	Años	20

Las emisiones evitadas se determinan a partir de la fórmula.

$$E_{ev} = W_e * 8760 * F_d * FE$$

Donde:

$W_e$  - Potencia

$F_d$  – Factor de disponibilidad de la planta

FE – Factor de emisión de la red

El consumo de biomasa estuvo determinado para varios parámetros, partiendo del más específico en la práctica del consumo de biomasa forestal en 1.25 kg/kWh, además de tener en cuenta la eficiencia de la planta estimada en un 28% y el valor calorífico de la biomasa para la especie Acacia mangium de 4,200 kcal/kg.

La demanda de biomasa anual para los tres escenarios se muestra en la tabla 3.3.

Tabla 3.3. Requerimiento anual de biomasa para cada uno de los escenarios.

Requerimiento de biomasa/año (t/año)			
Año	Escenario 1	Escenario 2	Escenario 3
1-4	3,545	5,064	12,741
5-8	7,090	10,128	12,741
9-20	10,483	15,192	12,741

La electricidad anual que se genera en la central eléctrica alimentada con biomasa en los tres escenarios se muestra en la tabla 3.4. En ella también se muestra el porcentaje que esta generación representa con respecto al consumo total de la planta.

Tabla 3.4. Electricidad generada en la bioeléctrica y Porciento del consumo total de la planta de cemento.

Año	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	Generación anual de electricidad (MWh)	% del consumo total de la cementera	Generación anual de electricidad (MWh)	% del consumo total de la cementera	Generación anual de electricidad (MWh)	% del consumo total de la cementera
1-4	2,728.6	3.2%	3,898	4.6%	9,807.4	11.5%
5-8	5,457.2	6.4%	7,796	9.2%	9,807.4	11.5%
9-20	8,185.8	9.6%	11,694	13.8%	9,807.4	11.5%

El consumo total anual de la cementera se asume 85,500 MWh/año.

En la Figura 3.3. se muestra el de la generación eléctrica contra el consumo de biomasa.

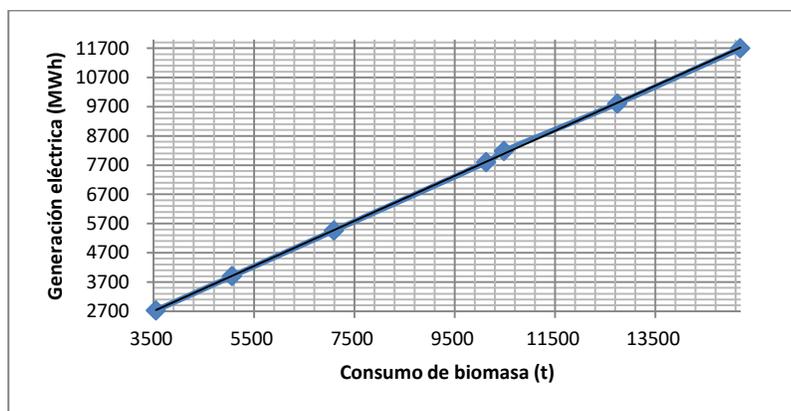


Figura 3.3. Gráfico de generación eléctrica contra consumo de biomasa.

Fuente: Elaboración propia. LatAm Bioenergy Dominicana.

En la figura 3.4, se muestran los tres escenarios para la generación de energía eléctrica a partir de los diferentes consumos de biomasa forestal, resultando el escenario no. 2 como el más indicado entre la media para los escenarios 1 y 3, el mismo muestra las posibilidades de un escalado sostenible con las tecnologías de gasificación de forma constante.

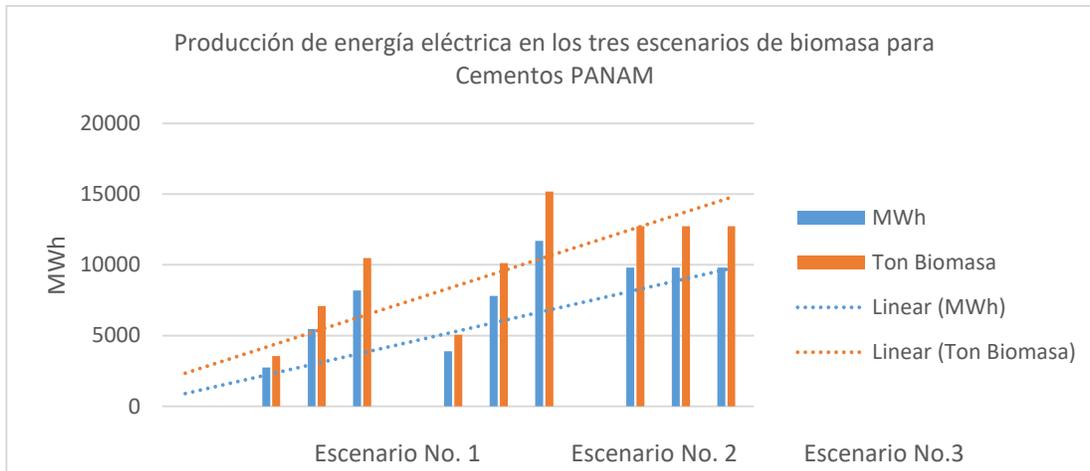


Figura 3.4. Gráfico de generación eléctrica contra consumo de biomasa.  
Fuente: Elaboración propia. LatAm Bioenergy Dominicana.

En la figura 3.4, se observa la tendencia del consumo de biomasa por encima de los MWh entregados lo que significa un nivel de eficiencia superior en cuanto a la tecnología evaluada, lo cual podría mantener un pulmón de biomasa sostenible en ocho años en correspondencia con las absorciones de CO<sub>2</sub> en los periodos de aprovechamiento forestal con fines energético.

Los resultados de los cálculos de las emisiones evitadas se muestran en la Tabla 3.5. Los cálculos se han realizado para los 20 años de vida útil de la tecnología para cada uno de los módulos introducidos.

Tabla 3.5. Emisiones evitadas para cada uno de los escenarios por años y acumuladas.

Año	Escenario 1		Escenario 2		Escenario 3	
	Reducción anual de emisiones (tCO2e)	Reducciones acumuladas (tCO2e)	Reducción anual de emisiones (tCO2e)	Reducciones acumuladas (tCO2e)	Reducción anual de emisiones (tCO2e)	Reducciones acumuladas (tCO2e)
1	1,664	1,664	2,378	2,378	5,982	5,982
2	1,664	3,328	2,378	4,756	5,982	11,964
3	1,664	4,992	2,378	7,134	5,982	17,946
4	1,664	6,656	2,378	9,512	5,982	23,928
5	3,328	9,984	4,756	14,268	5,982	29,910
6	3,328	13,312	4,756	19,024	5,982	35,892
7	3,328	16,640	4,756	23,780	5,982	41,874
8	3,328	19,968	4,756	28,536	5,982	47,856
9	4,492	24,460	7,134	35,670	5,982	53,838
10	4,492	28,952	7,134	42,804	5,982	59,820
11	4,492	33,444	7,134	49,938	5,982	65,802
12	4,492	37,936	7,134	57,072	5,982	71,784
13	4,492	42,428	7,134	64,206	5,982	77,766
14	4,492	46,920	7,134	71,340	5,982	83,748
15	4,492	51,412	7,134	78,474	5,982	89,730
16	4,492	55,904	7,134	85,608	5,982	95,712
17	4,492	60,396	7,134	92,742	5,982	101,694
18	4,492	64,888	7,134	99,876	5,982	107,676
19	4,492	69,380	7,134	107,010	5,982	113,658
20	4,492	73,872	7,134	114,144	5,982	119,640
21	3,328	77,200	4,756	118,900	-	-
22	3,328	80,528	4,756	123,656	-	-
23	3,328	83,856	4,756	128,412	-	-
24	3,328	87,184	4,756	133,168	-	-
25	1,664	88,848	2,378	135,546	-	-
26	1,664	90,512	2,378	137,924	-	-
27	1,664	92,176	2,378	140,302	-	-
28	1,664	93,840	2,378	142,680	-	-
Emisiones totales evitadas durante la vida útil de la planta (tCO2e)		93,840.00		142,680		119,640

A continuación, se muestra en la figura 3.5, la tendencia a las emisiones evitadas por los diferentes escenarios para la tecnología en el aprovechamiento de biomasa forestal en la industria.

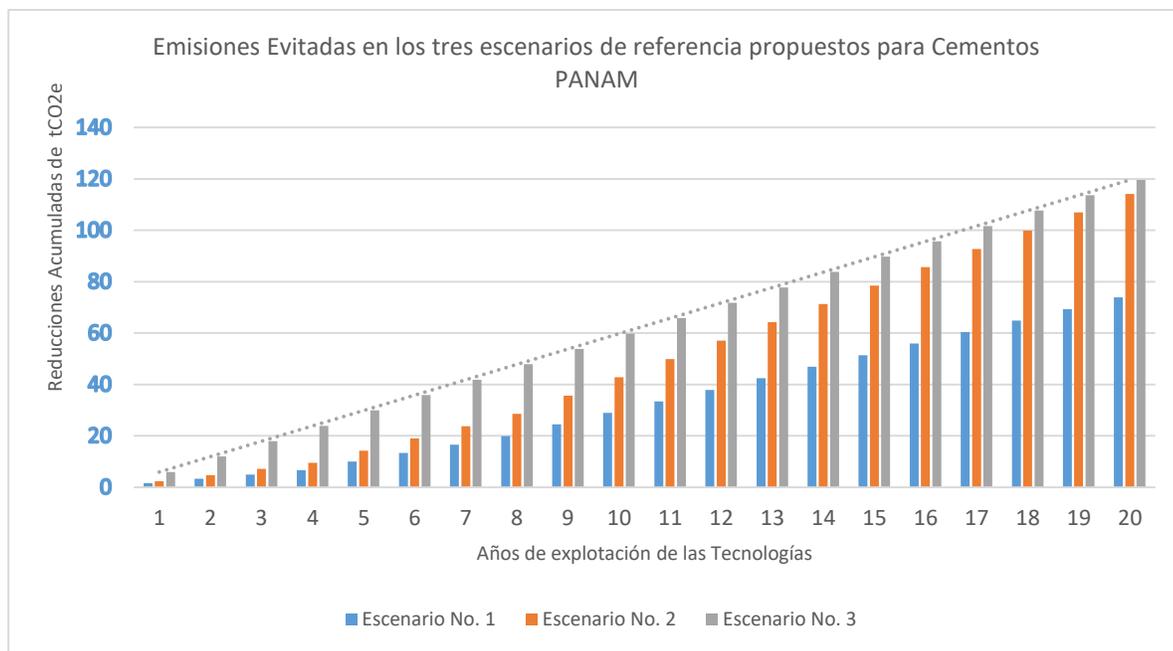


Figura 3.5. Emisiones evitadas en los tres escenarios para la biomasa en Cementos PANAM.  
Fuente: Elaboración propia. LatAm Bioenergy Dominicana.

### 3.3.1 Aprovechamiento de la energía solar fotovoltaica en la mina de agregados La Luisa perteneciente a dicha planta.

Los datos asumidos para los cálculos se muestran en la tabla 3.6.

Tabla 3.6. Valor de los parámetros asumidos para el cálculo de las emisiones evitadas.

No.	Parámetro	Unidad de medida	Valor
1.	Potencia de la planta (Wp)	kWp	500
2.	Factor de disponibilidad de la planta (F <sub>d</sub> )	%	16
3.	Factor de emisión de la red eléctrica (FE)	tCO <sub>2e</sub> /MWh	0,61
4.	Vida útil de la tecnología	Años	20

Las emisiones evitadas se determinan a partir de la fórmula.

$$E_{ev} = W_e * 8760 * F_d * FE$$

Donde:

W<sub>e</sub> - Potencia

F<sub>d</sub> – Factor de disponibilidad de la planta

FE – Factor de emisión de la red

Al instalar una planta solar fotovoltaica de 500 kW, se pueden producir adicionalmente unos 701 MWh adicionales anualmente, con lo que se evita la emisión de 426 tCO<sub>2</sub>e/año, por lo que durante los 20 años de vida útil de la planta se evita la emisión de 7,552 tCO<sub>2</sub>e.

### 3.3.2 Estimación de las emisiones a partir de las tecnologías identificadas y las absorciones en las plantaciones forestales de “Cementos PANAM”.

A partir de las tecnologías evaluadas para introducir en la hora de ruta a seguir por Cementos PANAM, se tuvieron en cuenta el estimado de emisiones de GEI evitadas a la atmósfera, como se puede apreciar en la figura 3.6.

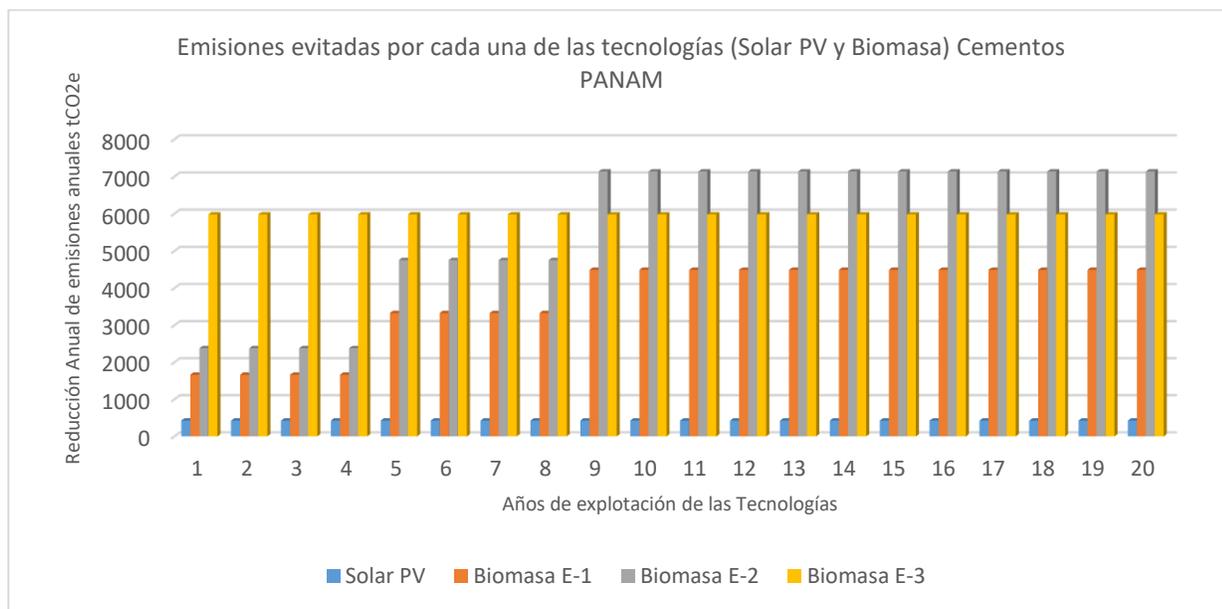


Figura 3.6. Emisiones evitadas en cada una de las tecnologías en Cementos PANAM. Fuente: Elaboración propia. LatAm Bioenergy Dominicana.

De las variantes analizadas, se puede ver que la cementera puede producir unos 12,400 MWh anualmente (en 3 bloques de 500 kWe de biomasa y una planta SPV de 500 kW) por lo que la generación a partir de biomasa representa alrededor del 11.5% de su consumo total (85,500 MWh/año) y la solar fotovoltaica una vez conectada la planta de La Luisa a la red eléctrica pudiese representar un 3%.

Las emisiones del proceso industrial actualmente ascienden a 296,570 tCO<sub>2</sub>e según los reportes del Clinker (570,000 ton) utilizado en el 2018 en la industria, calculado en un nivel 2 de referencia según las Directrices del IPCC-2006 y la introducción de ambas tecnologías resultarían una disminución de las emisiones en 7,552 tCO<sub>2</sub>e/año lo que se representa un 2.5% de reducción de emisiones en cuanto al proceso antes mencionado.

Esto representaría evitar la emisión a la atmósfera de 151,058.8 t CO<sub>2</sub>e en los 20 años de vida útil de ambas tecnologías.

En correspondencia con las emisiones evitadas se realizó una corrida de datos en el Inventory Software IPCC 2017, Ver. 2.54 para analizar dentro del sector AFOLU y específicamente la categoría de tierras de cultivos (caña de azúcar) que se convierten a tierras forestales las absorciones que plantea el escenario actual de Cementos PANAM es de 1,996.6 tCO<sub>2</sub>e como se aprecia en la figura 3.7, tomando como datos las 174,4 ha de la especie de Acacias, sumado las 12 ha de otras especies y 75 ha de otros bosques en la categoría de secos, para un total de 261 ha que permanecen secuestrando carbono.

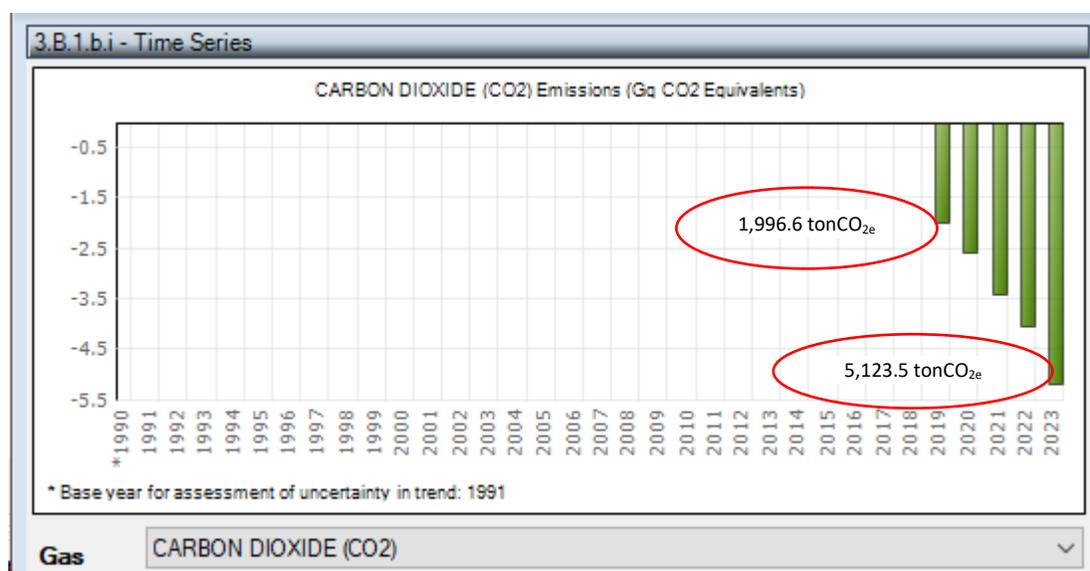


Figura 3.7. Emisiones evitadas en cada una de las tecnologías en Cementos PANAM.

Fuente: Elaboración propia. Inventory Software IPCC 2017. Modelación de Datos aportados por Cementos PANAM.

Como se puede apreciar en la figura anterior las absorciones provenientes de las especies forestales y bosques secos no sobrepasa los 2,000 tonCO<sub>2</sub>e a la atmósfera calculada en un nivel 1 con un nivel de incertidumbre elevado, en correspondencia con un valor de emisiones de 296,570 tonCO<sub>2</sub>e que emite Cementos PANAM anual a la atmósfera, lo que se puede traducir en un 0.67% de remociones en las plantaciones existentes.

También se muestra una tendencia aumentar las absorciones hasta 5,000 tonCO<sub>2</sub>e si se pone en marcha el plan de reforestación con las especies de rápido crecimiento en las áreas destinadas a bosques dentro de los límites de la industria.

### 3.4 Identificación de todas las medidas de mitigación que acompañen la meta de reducción del sector cementero que sean replicadas en el contexto nacional.

La industria de cemento destaca además el esfuerzo que se realiza a nivel internacional. Este se ve reflejado desde hace unos años, con la implementación de una hoja de ruta local de la industria, alineada con esta iniciativa mundial. A modo de ejemplo y según informaciones del sector cementero, se han impulsado esfuerzos en materia de co-procesamiento, eficiencia energética, reducción del factor clinker, mediante la actualización de la plataforma tecnológica y la producción.

Desde el año 2016 a la fecha, la industria local, en conjunto con la Federación Interamericana del Cemento (FICEM) viene trabajando en la elaboración de una “Hoja de Ruta hacia una economía baja en carbono” en la cual tiene como principales objetivos obtener los números correctos asociados a las emisiones de GEI, determinar el potencial de reducción, a través de mecanismos y tecnologías de reducción reconocidas, y la contribución del cemento como el material de construcción más resiliente para las necesidades de adaptación al cambio climático.

La industria cementera dominicana consta que está a disposición de colaborar y aportar en la reducción de emisiones de GEI de una manera sostenible. Estos entienden que es necesario continuar avanzando de manera conjunta en fortalecer los mecanismos de medición, reporte y verificación, a modo de que el país pueda avanzar en sus compromisos asumidos ante organismos internacionales y en concordancia con una política nacional ambientalmente responsable.

Acciones de mitigación para el sector cementero aprobadas en la hoja de ruta de ADOCEM-2018 y en correspondencia con las NDC de la República Dominicana.

- Combustión en horno relacionados con la producción de Clinker.
- Combustión de combustibles no utilizados en el horno.
- Combustión de combustibles para la generación de energía in situ.
- Tipos de combustibles (convencionales, alternativos y biomasa).
- Tipos de materias primas alternativas.
- Tipos de productos (clinker, cementitious, cemento).

En sinergia con las acciones declaradas en la hoja de ruta (ADOCEM-2018) la propuesta estudiada se relaciona con la combustión de combustibles para la generación de energía in situ como es el caso de la biomasa forestal en el área de amortiguamiento de Cementos PANAM.

Ha sido documentado que el carbón residual de la gasificación de Acacia mangium (Biochar) posee un alto poder calorífico de 7,000 kcal/kg el cual podrá ser utilizado como combustible alternativo con menor contaminación como combustibles alternativos dentro de la industria.

## **CONCLUSIONES.**

- ❖ Las emisiones para el sector IPPU en el año 2018 ascienden a 1.557.24 Gg CO<sub>2e</sub>, donde Cementos PANAM con una producción de Clinker estimada en 570,000 ton tiene a su

cargo la emisión de 296.57 Gg CO<sub>2e</sub>, lo que representa el **19%** de las emisiones totales del sector cementero a nivel nacional.

- ❖ Fueron evaluadas dos tecnologías a partir de fuentes renovables de energía para la industria piloto:
  - Aprovechamiento del potencial de la biomasa forestal del área propia de la cementera.
  - Diseño de un parque Solar Fotovoltaico en las minas de agregados “La Luisa”.
  
- ❖ En base al levantamiento, caracterización y evaluación del potencial energético de la biomasa en el área de amortiguamiento de “CEMENTO PANAM” se concluye que el **Escenario No. 2** puede ser el más apropiado para la introducción de la tecnología a partir de biomasa.
  
- ❖ El consumo de biomasa estuvo determinado por el consumo de biomasa forestal en 1.25 kg/kWh, la eficiencia de una planta de gasificación en un 28% y el valor calorífico de la biomasa para la especie Acacia mangium de 4,200 kcal/kg.
  
- ❖ Según el **Escenario 2**, la industria puede producir hasta 11,700 MWh anualmente en bloques modulares de 500 kWe de biomasa y una planta SPV de 500 kWp por lo que la generación a partir de biomasa representa alrededor del 11.5% de su consumo total.
  
- ❖ Las introducciones de ambas tecnologías pueden traer consigo una disminución de las emisiones en 7,552 tCO<sub>2e</sub>/año lo que se representa un 2.5% de reducción de emisiones en cuanto al proceso industrial. A los 20 años de operación significan la reducción de 151,000 tCO<sub>2e</sub>.
  
- ❖ Las absorciones que plantea el escenario actual de Cementos PANAM con 187.4 hectáreas plantadas de especies forestales es de 1,996.6 tCO<sub>2e</sub> anuales.



Deutsche Gesellschaft für  
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Oficinas registradas  
Bonn y Eschborn

Friedrich-Ebert-Allee 36 + 40  
53113 Bonn, Alemania  
T +49 228 44 60-0  
F +49 228 44 60-17 66

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
65760 Eschborn, Alemania  
T +49 61 96 79-0  
F +49 61 96 79-11 15

E [info@giz.de](mailto:info@giz.de)  
I [www.giz.de](http://www.giz.de)