

**HUELLA ECOLÓGICA DE LA EMPRESA ALMIDONES DE OCCIDENTE EN EL  
AÑO 2016**

**BRAYAN ALEXANDER BETANCOURTH CANTERO  
NATALIA ROSERO ZAMBRANO**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2017**

**HUELLA ECOLÓGICA DE LA EMPRESA ALMIDONES DE OCCIDENTE EN EL  
AÑO 2016**

**BRAYAN ALEXANDER BETANCOURTH CANTERO  
NATALIA ROSERO ZAMBRANO**

**Proyecto de Grado para optar el título de Ingeniero Industrial**

**Director proyecto  
CLAUDIA MARCELA LUBO CETINA**

**UNIVERSIDAD ICESI  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL  
CALI  
MAYO 2017**

## Contenido

	pág.
<b>GLOSARIO</b> .....	<b>8</b>
<b>RESUMEN</b> .....	<b>9</b>
<b>1 Introducción</b> .....	<b>10</b>
1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema .....	10
<b>2 Objetivos</b> .....	<b>14</b>
2.1 Objetivo del Proyecto.....	14
2.2 Objetivos Específicos.....	14
<b>3 Marco de Referencia</b> .....	<b>15</b>
3.1 Antecedentes.....	15
3.2 Marco Teórico.....	18
3.3 Contribución Intelectual .....	20
<b>4 Metodología</b> .....	<b>21</b>
<b>5 Desarrollo</b> .....	<b>22</b>
5.1 Herramienta computacional adaptada al sector agroindustrial .....	22
5.2 Resultado de la huella ecológica de la empresa Almidones de Occidente para el año base 2016. ....	25
5.3 Documento con las propuestas .....	32
<b>6 Conclusiones</b> .....	<b>40</b>
<b>7 Recomendaciones</b> .....	<b>41</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	<b>42</b>
<b>Anexos</b> .....	<b>44</b>

## Lista de Ilustraciones

Ilustración 1. Entre 1961 y 2010, la HE global. ....	12
Ilustración 2. Huella ecológica y biocapacidad en Colombia desde 1961 .....	12
Ilustración 3. Componentes de la Huella Ecológica .....	15
Ilustración 4. Producción de yuca en Colombia 2014. ....	16
Ilustración 5. Distribución porcentual de la Huella Hídrica Total del sector agrícola de Colombia por producto.....	18
Ilustración 6. Ubicación de la empresa Almidones de Occidente.....	19
Ilustración 7. Vista de la primera sección de la pestaña Introducción.....	22
Ilustración 8. Ejemplo de la convención de colores .....	23
Ilustración 9. Panel de navegación de la herramienta .....	23
Ilustración 10. Emisiones generadas por fuentes móviles en la <i>Fase I: Cultivo</i> .....	27
Ilustración 11. Consumo de agua durante el año 2016 (M <sup>3</sup> ) en la <i>Fase II: Producción y Comercialización</i> .....	28
Ilustración 12. Consumo de energía durante el año 2016 (Kwh) en la <i>Fase II: Producción y Comercialización</i> .....	29
Ilustración 13. Desglose de la huella ecológica de Almidones de Occidente 2016	31

## Lista de tablas

Tabla 1. Factores de equivalencia para cada área.....	11
Tabla 2. Resultados de las componentes de la Huella Hídrica para el sector agrícola de Colombia.....	17
Tabla 3. Actividades de recolección de datos por huella .....	21
Tabla 4. Emisiones generadas por residuos en la <i>Fase I: Cultivo</i> .....	26
Tabla 5. Emisiones generadas por fertilizantes en la <i>Fase I: Cultivo</i> .....	26
Tabla 6. Emisiones generadas por residuos en la <i>Fase II: Producción y Comercialización</i> .....	28
Tabla 7. Emisiones generadas por energía en la <i>Fase II: Producción y Comercialización</i> .....	29
Tabla 8. Emisiones generadas por fuentes móviles en la <i>Fase II: Producción y Comercialización</i> .....	30
Tabla 9. Resultados de Huella Ecológica (gha) .....	31

## **Lista de Anexos**

Anexo 1. Herramienta Huella Ecológica .....	44
Anexo 2. Exámenes de laboratorio para caracterización del agua gris .....	45
Anexo 3. Costo del proyecto (Bio filtro).....	46

## Lista de ecuaciones

Ecuación 1 .....	10
Ecuación 2 .....	25
Ecuación 3 .....	31
Ecuación 4 .....	33
Ecuación 5 .....	34
Ecuación 6 .....	35
Ecuación 7 .....	35

## GLOSARIO

**BIOCAPACIDAD:** Capacidad de los ecosistemas de producir materiales biológicos útiles y absorber los materiales de desecho generados por los seres humanos, usando esquemas de administración y tecnologías de extracción actuales.

**FUENTES FIJAS:** Son aquellas que operan en un punto fijo, es decir, el foco de emisión no se desplaza en forma autónoma en el tiempo. Ejemplo de este tipo de fuentes son las chimeneas industriales y doméstica.

**FUENTES MÓVILES:** Son las que pueden desplazarse en forma autónoma, emitiendo contaminantes en su trayectoria. Ejemplo de este tipo de fuente son los automóviles, trenes, camiones, buses, aviones y barcos, entre otros.

**GHG PROTOCOL:** El Protocolo de Gases de Efecto Invernadero (GHG Protocol) es la herramienta de contabilidad internacional más ampliamente utilizado para líderes gubernamentales y empresariales para entender, cuantificar y gestionar las emisiones de gases de efecto invernadero.

**HECTAREA GLOBAL (GHA):** Área ponderada según su productividad utilizada para reportar tanto la biocapacidad de la tierra, y la demanda sobre la biocapacidad.

## RESUMEN

La medición de la huella ecológica en las empresas juega un papel importante debido a que, el constante uso de los recursos en los procesos productivos esta ocasionando un impacto en el medio ambiente, atentando con la biodiversidad de su entorno y las fuentes hídricas; con la ayuda del indicador de huella ecológica, se podrá estimar el área biológicamente productiva que se requiere para satisfacer los recursos que demandan las actividades de las empresas y absorber los desechos que ocasionan sus operaciones, con el fin de proponer planes de acción que contra resten los efectos que causan los procesos productivos y que en el largo plazo su actividad económica sea sustentable. En este proyecto de grado se tiene como objetivo formular propuestas de mejora para reducir la huella ecológica del ciclo de vida del almidón de yuca, para ello se rediseño una herramienta de huella ecológica existente y se adaptó acorde a las necesidades del sector agroindustrial. Para la construcción de esta herramienta se tuvo en cuenta las huellas de agua, energía, residuos, utilización de suelo y emisiones (fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas) generadas por la producción del almidón de yuca. Las mediciones se hicieron en la empresa Almidones de Occidente, una microempresa que pertenece al sector agroindustrial, dedicada a la extracción, producción y comercialización de almidón de yuca para la elaboración de productos alimenticios. Para el año 2016 se obtuvo como resultados que la empresa consumió en total 81.216 m<sup>3</sup> de agua, en energía consumió un total de 13.031Kwh, generó un total 258,7 toneladas de residuos, emitió un total de 47,1 toneladas de CO<sub>2</sub> en emisiones móviles y emitió un total de 0,00863 toneladas de CO<sub>2</sub> en fertilizantes, en consecuencia a esto, se necesitan 19,7 hectáreas globales (gha) para satisfacer todas las necesidades de las actividades y operaciones de la empresa, es decir 6,4 veces el tamaño del área total de la empresa (30.769 m<sup>2</sup>) en terreno de bosque.

## 1 Introducción

El objetivo del proyecto es formular propuestas de mejora para reducir la huella ecológica del ciclo de vida del almidón de yuca en la empresa Almidones de Occidente, la huella ecológica ofrece un diagnóstico del estado actual de la empresa en términos ecológicos y brinda la oportunidad de generar mejoras en torno a la medición. Este proyecto se ha apoyado en una herramienta computacional adaptada a las necesidades de la empresa permitiendo calcular el indicador ambiental, además, la herramienta permite ser actualizada a partir de datos suministrados por la empresa y, de este modo, plantear acciones correctivas o de mejora que ayuden a controlar el impacto causado al ambiente.

Se analizaron estudios de la medición de la huella ecológica en cultivos intensivos y extensivos, de huella de carbono, huella hídrica y finalmente de los cultivos de yuca. Para obtener el resultado de huella ecológica, se tuvo en cuenta la literatura, las herramientas existentes y las mediciones e información suministrada por Almidones de Occidente. El proyecto permite sensibilizar a la empresa a través del conocimiento del impacto ambiental generado y crear un punto de partida y comparación para las futuras mediciones; además documenta propuestas de mejora con el fin de mitigar la huella ecológica sin afectar la productividad de la empresa, ni la calidad del almidón que se ofrece al mercado.

### 1.1 Contexto, Justificación y Formulación del Problema

El rápido crecimiento poblacional ha generado un incremento en la demanda de recursos naturales. Con el fin de suplir necesidades, dicho suceso ha ocasionado un problema medioambiental crítico, dado que el constante uso de los recursos hace que estos pierdan la capacidad de regenerarse, es por ello que se ha implementado un indicador que relaciona el consumo y la productividad el cual recibe el nombre de huella ecológica (HE).

La HE es definida como, el área biológicamente productiva que se requiere para satisfacer los recursos que necesita una persona, población o una actividad y a su vez, absorber los residuos generados por estos mismos (Global Footprint Network, 2015). La HE tiene una unidad de medida conocida como hectáreas globales y se puede obtener a partir de la siguiente ecuación:

$$\text{Huella ecológica (HE)} = \frac{\text{consumo}}{\text{productividad}} * \text{factor de equivalencia} \quad \text{Ecuación 1}$$

(Cip ecosocial, 2007)

**Tabla 1.** Factores de equivalencia para cada área.

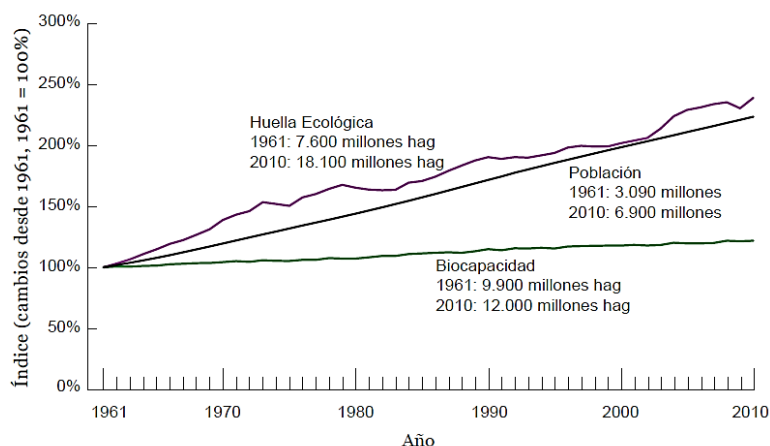
<b>Categoría</b>	<b>Factor de equivalencia</b>
Energía fósil	1.13868813
Tierra cultivable	2.82187458
Pastos	0.54109723
Bosques	1.13868813
Terreno Construido	2.82187458

(Global Footprint Network, 2007)

Donde el factor de equivalencia se usa con el fin de llevar las unidades a hectáreas globales, para ello existen unos factores de equivalencia (

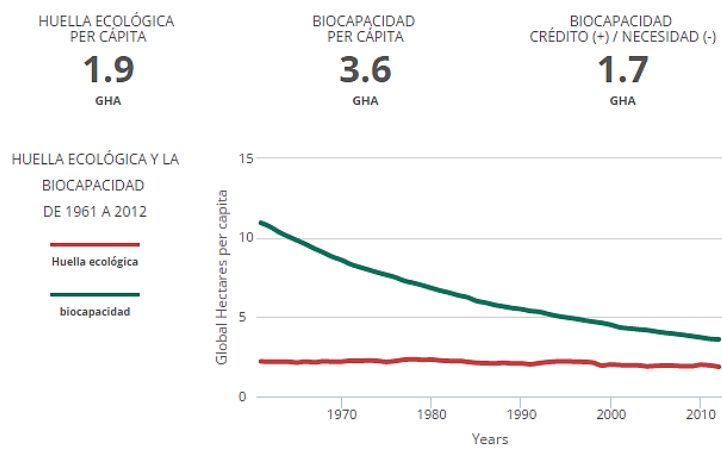
Tabla 1) ya calculados para cada una de las áreas que se consideran biológicamente productivas las cuales están compuestas por los cultivos, mares, bosques, pastos, terreno construido y energías fósiles.

Los fertilizantes, las nuevas tecnologías y los nuevos sistemas de riego han hecho que el rendimiento de los cultivos sea mayor, lo cual incrementa la biocapacidad mundial total. Entre el año 1961 y 2010 la biocapacidad mundial paso de 9.900 a 12.000 millones de hectáreas globales lo que podría catalogarse como un incremento positivo si el nivel poblacional se hubiese mantenido constante. Entre los años mencionados anteriormente, la población mundial paso de 3.100 millones a 7.000 millones de habitantes lo cual implica una reducción en la biocapacidad per cápita, pues este indicador paso de 3,2 GHA a 1,7GHA que requiere cada persona para poder suplir sus necesidades, esto a su vez tuvo una repercusión en el valor total de la huella ecológica (HE) obteniendo como resultado un aumento de 2,5 GHA a 2,7 GHA por persona. Cabe mencionar que para el año 2050 la población mundial ascenderá a 9.600 millones lo cual será un gran reto para el aumento de la biocapacidad puesto que la degradación de los suelos aumenta conforme estos son usados para la siembra de los diferentes tipos de cultivos. (Ilustración 1)



**Ilustración 1.** Entre 1961 y 2010, la HE global. (WWF, 2014)

Colombia hace cuatro años se podía afirmar que era un país autosostenible, es decir, que contaba con una alta biocapacidad que lograba suplir el consumo de sus habitantes según el Global Footprint Network.



**Ilustración 2.** Huella ecológica y biocapacidad en Colombia desde 1961 (Global Footprint Network, 2012)

A partir de la Ilustración 2 se puede concluir que la HE por persona en Colombia es de 1.9 hectáreas globales de tierra productiva, es decir que un habitante colombiano necesita aproximadamente de 2 hectáreas globales para poder satisfacer sus necesidades y a su vez absorber sus propios desechos. Por otro lado, Colombia cuenta con una biocapacidad por persona de 3.6 hectáreas globales de tierra biológicamente productiva. A lo largo del tiempo esta brecha entre la biocapacidad y el consumo se ha reducido dado que la población entre el año 1985 y 2016 creció aproximadamente en un 37% según las estadísticas del DANE (2016).

Uno de los sectores que impacta la HE y dinamiza la economía colombiana, es el sector agroindustrial. Las operaciones del sector agroindustrial tienen una alta dependencia de combustibles fósiles los cuales son costosos y en un futuro serán escasos dado la alta demanda y sus limitaciones naturales de producción.

En el sector agroindustrial existe un consumo elevado de diferentes químicos como pesticidas y fertilizantes; los pesticidas son usados para el control de plagas como insectos, patógenos y malezas que pueden afectar los cultivos, plagas que han desarrollado resistencia inmune a muchos de estos productos lo cual conlleva a desarrollar productos químicos más agresivos que repercuten de manera negativa en el medio ambiente atentando contra la fauna silvestre, calidad del agua y suelos; además del impacto social dado por el grado de toxicidad que se esparce por la atmosfera o a través de los mismos productos de consumo generando enfermedades de todo tipo. Los fertilizantes son usados para aumentar la productividad de los suelos que se ha reducido por el constante uso de los mismos. Cabe resaltar que la productividad de los suelos también se ve afectada por el uso de los pesticidas, pues estos no solo acaban con las plagas, sino que también destruyen microorganismos que son esenciales para la regeneración biológica (Altieri & Nicholls, 2012).

Almidones De Occidente es una microempresa que pertenece al sector agroindustrial. Se dedica a la extracción, producción y comercialización de almidón de yuca para la elaboración de productos alimenticios que satisfaga las necesidades de los clientes y/o consumidores. La microempresa se encuentra ubicada en la vereda La María, departamento del Cauca y tiene como objetivo darse a conocer como una de las productoras y comercializadoras más grandes del departamento del Cauca mejorando sus procesos productivos que garanticen la calidad de su producto.

Almidones de Occidente carece de indicadores ambientales y herramientas computacionales que le permitan estimar el impacto ambiental que genera su proceso productivo, con el cual se estaría perdiendo la oportunidad de proponer un plan de acción que mitigue los efectos causados por las operaciones.

Actualmente la microempresa demanda una cantidad de recursos para sus actividades, desde el cultivo de la yuca hasta el proceso de comercialización (Bultos de almidón). El constante uso de los recursos ha ocasionado un impacto en el medio ambiente, atentando con la biodiversidad de su entorno y las fuentes hídricas. Por este motivo, se requiere tomar medidas al respecto desarrollando una herramienta computacional que calcule la HE, en la cual se estimará el área biológicamente productiva que se requiere para satisfacer los recursos que demandan las actividades de la empresa y absorber los desechos que ocasionan sus operaciones; con el fin de generar propuestas de mejora que ayudaran a que su actividad económica sea en el largo plazo sustentable.

## **2 Objetivos**

### **2.1 Objetivo del Proyecto**

Formular propuestas de mejora para reducir la huella ecológica del ciclo de vida del almidón en la empresa Almidones de Occidente.

### **2.2 Objetivos Específicos**

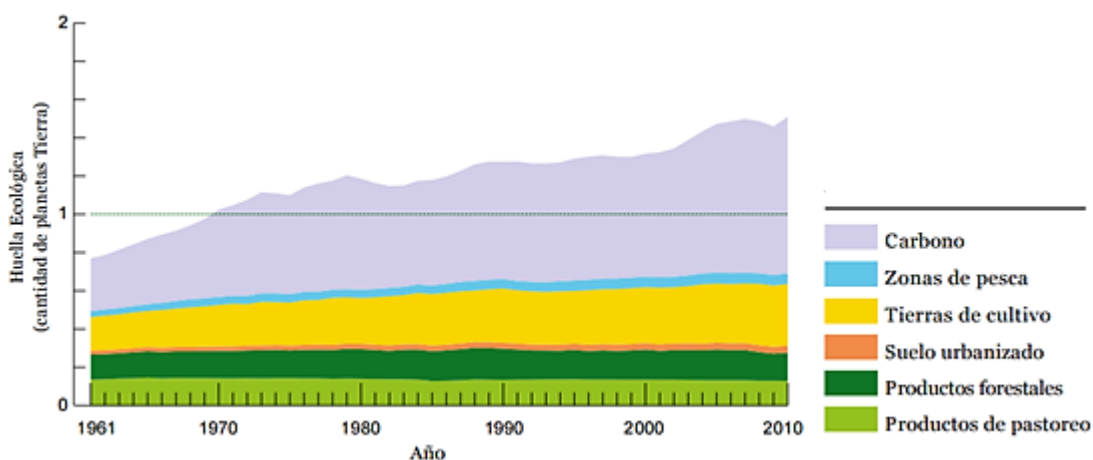
1. Adaptar la herramienta de Huella Ecológica existente acorde a las necesidades del sector agroindustrial.  
Entregable: Herramienta computacional adaptada al sector agroindustrial.
2. Calcular la huella ecológica del ciclo de vida del almidón desde el cultivo hasta la comercialización.  
Entregable: Resultado de la huella ecológica de la empresa Almidones de Occidente para el año base 2016.
3. Documentar propuestas de mejora para la mitigación de huella ecológica teniendo en cuenta su viabilidad técnica y económica.  
Entregable: Documento con las propuestas.

### 3 Marco de Referencia

#### 3.1 Antecedentes

Dentro de los estudios encontrados un factor relevante a tener en cuenta para el cálculo de HE, es la cantidad de agua que se usa dentro de las actividades generadas por diversos actores como los sectores públicos, privados, gobierno y población civil (WWF, 2014).

Entre 1961 y 2010 la huella de carbono paso de un 33% a un 53% del resultado total de la huella ecológica (Ilustración 3). Estas cifras son el resultado de la reducción de bosques que han sido destinados para actividades agrícolas y urbanizaciones. Los bosques y el mar son primordiales para la absorción del dióxido de carbono generado por cada uno de los actores. Actualmente uno de los mayores contribuyentes de dióxido de carbono es el sector agropecuario por el uso de fertilizantes y pesticidas (WWF, 2014).



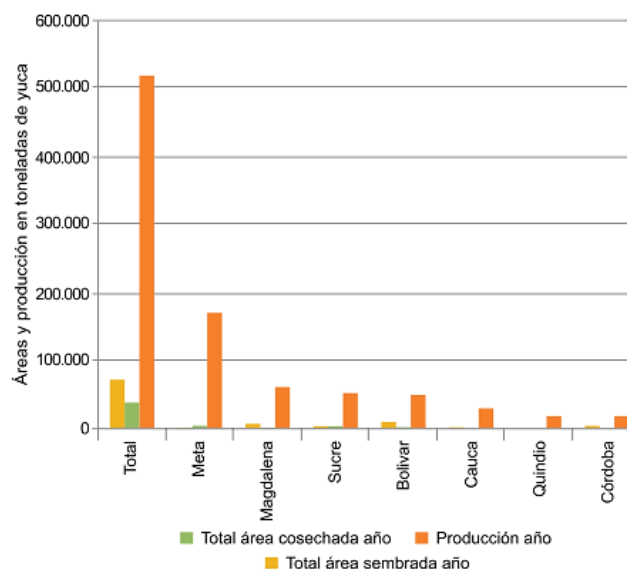
**Ilustración 3.** Componentes de la Huella Ecológica (WWF, 2014)

La degradación de los suelos que son usados para diversos cultivos como el de la caña de azúcar, yuca, maíz, papa, frijol, café, entre otros, se debe a las diferentes prácticas de siembra. Móznér y Tabi (2010) analizaron el sector agrícola de Hungría y Países bajos con el fin de hacer una comparación y determinar las diferencias que existen dentro de las prácticas que se han implementado. Dentro de la agricultura se encuentran dos prácticas, la primera es, la práctica intensiva, la cual se basa en el uso de fertilizantes, insecticidas, pesticidas, etc. La segunda es conocida como practica extensiva, la cual se caracteriza por pequeñas cantidades de mano de obra y capital. Por medio de este estudio se concluyó que las diferentes prácticas en la agricultura tienen un gran impacto en el cálculo de la biocapacidad, afectando de igual forma el indicador de la huella ecológica. Tomando como referencia este

estudio, es correcto afirmar que, la tres hectáreas que Almidones De Occidente dispone para sus cultivos, practica una agricultura extensiva dado que dentro de sus cultivos no se hace uso de fertilizantes químicos para incrementar el rendimiento del mismo.

Con respecto al cultivo de la yuca en Colombia, el boletín mensual llamado “insumos y factores asociados a la producción agropecuaria” explica que el manejo de las actividades agronómicas en el país es inadecuado. En muchas zonas se realizan siembras consecutivas bajo condiciones agronómicas precarias, entre ellas, la pendiente de los cultivos. En la costa atlántica la pendiente se encuentra por debajo del 10% lo cual acelera el proceso de degradación de los suelos ya que se presenta una erosión hídrica, biológica y química en la obtención de nutrientes (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).

Por otro lado, en el boletín se mencionan las características de la yuca, por ejemplo: 1. La yuca es un tubérculo el cual se ha convertido en uno de los alimentos más importantes ocupando el cuarto puesto después de otros productos básicos como la caña de azúcar, el arroz y el maíz con una producción total en el año 2014 de 517.489 toneladas (Ilustración 4); 2. La yuca es un cultivo el cual no requiere grandes cantidades de agua o un terreno con alto contenido de nutrientes catalogándolo como un cultivo eco-eficiente por naturaleza. 3. Las raíces no son la única fuente de alimento pues sus hojas y tallo también brindan un buen contenido de carbohidratos y proteínas (entre 20 y 25%). Nutrientes que son esenciales para la alimentación del ser humano y de algunas especies de animales como los cerdos, las gallinas y vacas. 4. en el sector industrial, de la yuca se puede extraer almidón, alcohol adhesivos y pegantes, dextrina, glucosa, entre otros (Banco Interamericano de Desarrollo, 2016).



**Ilustración 4.** Producción de yuca en Colombia 2014.  
(Banco Interamericano de Desarrollo, 2016)

Otro punto es el recurso hídrico usado dentro de las actividades agropecuarias, Arévalo, Lozano y Sabogal (2011) realizaron un estudio nacional de la huella hídrica en Colombia en el sector agrícola. Dentro del estudio tuvieron en cuenta tres grandes actores: sector público (gobierno), sector privado (empresas e industrias) y sociedad civil (productores y consumidores). El estudio realizado tuvo dos grandes objetivos, el primero, analizar el consumo de agua de los actores mencionados con antelación calculando la huella hídrica verde, azul y gris. Segundo, realizar una serie de recomendaciones y propuestas a cada uno de los actores considerados para generar un plan de gestión de recursos hídricos que disminuya el impacto negativo frente a la sostenibilidad y disponibilidad del agua.

Dentro del estudio definieron la huella hídrica verde como el volumen de agua lluvia que no se convierte en escorrentía, por lo que se almacena en los estratos permeables superficiales y así satisface la demanda de la vegetación; la huella hídrica azul como el volumen de agua dulce extraído de una fuente superficial o subterránea, consumido para producción de bienes y servicios y por último la huella hídrica gris como el volumen de agua necesaria para que el cuerpo receptor reciba el vertido contaminante asociado a la cadena de producción y/o suministro.

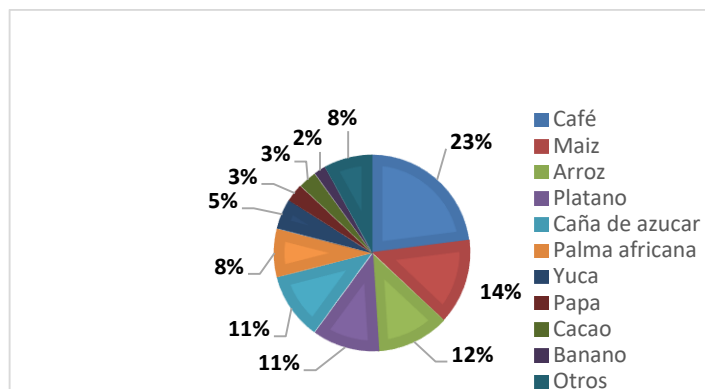
Para realizar el cálculo de la huella hídrica, los autores aplicaron la metodología estándar propuesta por el Water Footprint Network obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 2.** Resultados de las componentes de la Huella Hídrica para el sector agrícola de Colombia

<b>RESULTADOS CONSOLIDADOS DE ESTIMACION DE HUELLA HIDRICA DEL SECTOR AGRICOLA COLOMBIANO</b>			
Huella Hídrica Verde (Mm <sup>3</sup> /año)	Huella Hídrica Azul (Mm <sup>3</sup> /año)	Huella Hídrica Gris (Mm <sup>3</sup> /año)	Huella Hídrica Total (Mm <sup>3</sup> /año)
34.242	2.804	2.098	39.144

(Arevalo et al., 2011)

Con el estudio se encontró la distribución porcentual de la huella hídrica total por cada producto agrícola cultivado en Colombia, estos datos son presentados en Ilustración 5, en la cual se puede apreciar que el cultivo de yuca absorbe aproximadamente el 5% de la huella hídrica total.



**Ilustración 5.** Distribución porcentual de la Huella Hídrica Total del sector agrícola de Colombia por producto (Arevalo et al., 2011)

Con los estudios mencionados anteriormente se quiere evidenciar que la huella ecológica es integrada por diferentes huellas, como por ejemplo: huella hídrica, de residuos, de energía y de carbono. Cada una de ellas proporciona una información diferente en el ámbito de la sostenibilidad, es por esto que los diferentes indicadores ambientales deben ser vistos como indicadores complementarios para determinar el uso total del capital natural en relación al consumo humano.

### 3.2 Marco Teórico

La huella ecológica (HE), mide el área de agua y tierra biológicamente productiva necesaria para satisfacer todos los recursos de un individuo, población o que una actividad consume y para absorber los residuos que generan, dada la tecnología y la gestión de recursos (Ewing et al., 2008). Esta medición de área se compara con la biocapacidad, con el fin de conocer si la cantidad de área productiva disponible puede generar los recursos demandados y absorber los residuos.

Las áreas biológicamente productivas incluyen: tierras de cultivo, bosques, áreas de pesca y terreno construido, y no incluye desiertos, glaciares y el mar abierto (CEPAL, 2012), por ello se asignaron factores de conversión a las distintas áreas biológicamente productivas con el fin de estandarizar los resultados de HE para que fueran globalmente comparables, es por ello que tiene de unidad de medida, hectáreas globales(GHA) (Global footprint Network, 2006).

Dentro de la HE se miden huellas hídricas, de energía, de residuos, utilización de suelo y emisiones (fuentes fijas, fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas). En particular la huella hídrica, se conoce como la cantidad de agua utilizada para producir cada uno de los bienes que el ser humano necesita. Adicionalmente, puede cuantificar cuánta agua consume un país en particular o global. La huella hídrica se compone de tres huellas: huella azul, verde y gris (Hoekstra, Chapagain, Aldaya, & Mekonnen, 2011). La huella azul, identificada como el volumen de agua extraído de

una fuente superficial o subterránea, destinada para producción de bienes. Huella verde, volumen de agua lluvia que no se convierte en escorrentía. Esta agua subterránea poco profunda es la que permite la existencia de la vegetación natural, dado que, es la que satisface la demanda de la vegetación y vuelve a la atmósfera por procesos de evapotranspiración, y la huella gris es el volumen de agua necesaria para que el cuerpo receptor reciba el vertido contaminante asociado a la cadena de suministro sin que la calidad del agua supere los límites permitidos por la legislación vigente (Arevalo et al., 2011).

Este proyecto se desarrolla conjuntamente con la empresa Almidones de Occidente, ubicada en la vereda la María, en el departamento del Cauca (Ilustración 6). Almidones de Occidente pertenece al sector agroindustrial puesto que se dedica a la extracción de yuca y producción y comercialización del almidón de yuca para la elaboración de productos alimenticios. Cabe resaltar que el sector agroindustrial, se refiere a la subserie de actividades de manufactura mediante las cuales se elaboran materias primas y productos intermedios derivados del sector agrícola. A su vez la agroindustria significa así la transformación de productos procedentes de la agricultura, la actividad forestal y la pesca para el consumo (Zarco, 2013).



**Ilustración 6.** Ubicación de la empresa Almidones de Occidente (Tomado de Google Maps, 2017)

La yuca se caracteriza por sus múltiples usos. Sus raíces son su principal producto económico; sin embargo, las hojas también pueden ser consumidas por humanos y animales de diversas maneras. De la misma forma la yuca puede ser utilizada por la industria principalmente a partir de su almidón. La planta de yuca crece en una variada gama de condiciones, es decir, puede darse en suelos muy pobres en elementos nutritivos como en aquellos con una alta fertilidad (Ceballos, 2002). Dentro de la producción de la yuca existen diferentes métodos desde pequeña escala (pequeños agricultores), cuyo trabajo es realizado manualmente, hasta productores de grande escala con extensos cultivos y trabajos mecanizados (Aristizábal & Sánchez, 2007).

El cultivo de la yuca atraviesa etapas donde su punto de partida requiere de una buena preparación de suelo, selección y manejo del material de siembra adecuado y de calidad. Dentro de la siembra se debe tener en cuenta variables como: la profundidad de la siembra, longitud y posición de la estaca. A su vez es necesario realizar un manejo integrado de plagas y un control de maleza para evitar el crecimiento de las gramíneas y malezas de hoja ancha y otros agentes externos que puedan afectar la cosecha, esta actividad se puede realizar de forma manual, mecánica o química. En la etapa de fertilización se pueden emplear técnicas químicas u orgánicas con el fin de recuperar, sostener y aumentar la productividad de los suelos. Por último, la etapa de la cosecha, cuya época es definida por el agricultor en función de su productividad, del contenido de materia seca y de la calidad culinaria de las raíces, del clima y del estado de madurez del cultivo (Aristizábal, Autoras, & Lorío, 2007).

### **3.3 Contribución Intelectual**

La importancia del aporte de este proyecto radica en el desarrollo de una herramienta computacional creada en Excel, la cual será usada por la empresa Almidones de Occidente con el objetivo de tomar acciones correctivas para disminuir su indicador de Huella Ecológica y a su vez aumentar la eficiencia en sus procesos. Almidones De Occidente no cuenta con este tipo de herramientas lo cual es necesario para que la empresa mida el impacto que genera la actividad económica que realiza. La herramienta creada no solo será de gran utilidad para empresas productoras de almidón de yuca, pues esta también podrá ser usada para medir la HE que generan otros procesos agroindustriales como el de la caña, maíz, soja, entre otros.

## 4 Metodología

Para el desarrollo del trabajo se rediseño una herramienta computacional en Excel, basada en la herramienta de huella ecológica, elaborada por Arcila y Artunduaga (2015) y en la herramienta propuesta por la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuaria (Embrapa) y la Universidad Estatal de Campinas (Unicamp) (2014), bajo la orientación del GHG Protocol.

La primera herramienta fue diseñada a medida para instituciones educativas y la segunda herramienta estima las emisiones de la producción agrícola y ganadera, así como el cambio de uso del suelo. La Calculadora HE que se rediseño acorde a las necesidades del sector agroindustrial, se dividió en dos fases: fase I (Cultivo) y fase II (Producción y comercialización). Se tuvo en cuenta las huellas de agua, energía, residuos, utilización de suelo y emisiones (fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas). Para obtener el cálculo de la huella ecológica para Almidones de Occidente con año base 2016, se registraron los datos en la Calculadora HE; sin embargo, los datos de entrada (recursos) que necesita cada una de las fases, atravesó un proceso de recolección el cual se describe en la Tabla 3.

**Tabla 3.** Actividades de recolección de datos por huella

<b>Huellas</b>	<b>Actividades de recolección de datos</b>
Agua	-Estimación de huella hídrica del sector agrícola colombiano -Caudal de entrada y salida medido con una tina
Energía	-Recibos (consumo)
Residuos	-Peso de residuos orgánicos en bascula
Utilización de suelo	-Hectáreas cultivadas -Cantidad de tallos plantados -Tipos y cantidades de fertilizantes usados
Fuentes móviles	-Ubicación de los clientes -Datos suministrados (frecuencia, duración, consumo)

(Autores, 2016)

Finalmente, con el resultado que se obtuvo de la HE de la empresa, se documentaron propuestas de mejora con el fin de mitigar el indicador. Al identificar las diferentes propuestas se evaluó la viabilidad técnica y económica. Dentro de la viabilidad técnica se analizó el impacto en el proceso y producto, el consumo del recurso y claramente el impacto de la HE y en la viabilidad económica se calculó la inversión total, el Tasa Interna de Retorno (TIR), Costo de Capital (WACC) y el Valor Presente Neto (VPN) de cada respectiva propuesta.

## 5 Desarrollo

### 5.1 Herramienta computacional adaptada al sector agroindustrial

La herramienta que sirvió para el cálculo de la HE de la empresa Almidones de Occidente está constituida por dos fases, cultivo (fase I) y producción y comercialización (fase 2). La herramienta se dividió en pestañas las cuales son: introducción, información general y entradas, cálculos y resultados para cada una de las fases planteadas.

La pestaña titulada *introducción* fue dividida en 2 secciones, la primera, describe el objetivo que tiene la herramienta y a su vez un campo en el cual se puede digitar el nombre de la empresa que hará uso de la misma (Ilustración 7), en la segunda, se introdujo una breve y útil explicación para que el usuario pueda entender cómo usar la herramienta.



Esta herramienta tiene como objetivo estimar la huella ecológica. Se divide en dos fases: fase I (Cultivo) y fase II (Producción y comercialización), teniendo en cuenta las huellas de agua, energía, residuos, utilización de suelo y emisiones (fuentes fijas, fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas) para las empresas ubicadas en el sector agroindustrial. A continuación las instrucciones lo guiarán en el uso de la herramienta.

Nombre de la empresa:	Almidones de Occidente
-----------------------	------------------------



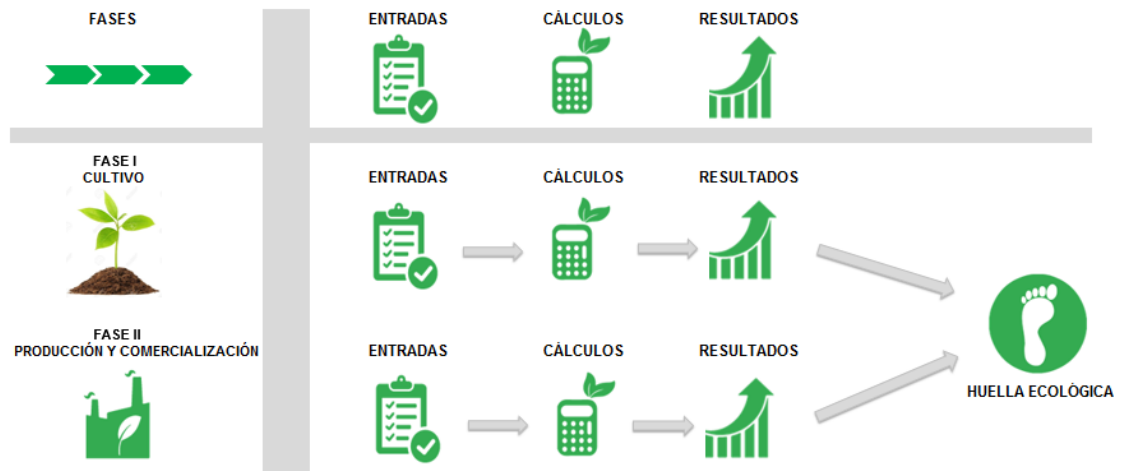
**Ilustración 7.** Vista de la primera sección de la pestaña Introducción (Autores, 2016)

Durante la navegación de la herramienta es posible distinguir diferentes colores en las tablas, por ejemplo, el color gris claro representa títulos, el gris oscuro se le asignó a los diferentes parámetros que se tuvieron en cuenta en cada una de las huellas (subtítulos), el color verde representa sumas totales (representadas en mes, año y tipo de categoría), el color azul indica que los datos fueron conseguidos por fuentes externas (literatura consultada) y finalmente el color amarillo representan los cálculos que se obtienen que manera automática puesto que esas casillas fueron programadas, o en ellas se encuentra una operación, es fundamental que las casillas de color amarillo no se cambien ya que podría alterar el funcionamiento de la herramienta.

Tabla de mediciones	
Ha Totales de yuca	3,000
Huella hídrica verde x Ha (Mm <sup>3</sup> )	2,24
Ha de la empresa	76
Consumo (m3)	0,000000000057 m3

**Ilustración 8.** Ejemplo de la convención de colores (Autores, 2016)

La siguiente pestaña es **Información general**, también fue dividida en dos secciones, la primera está compuesta por una descripción general de la empresa donde se incluye la actividad a la que se dedica, el sector al que pertenece y su localización, además de datos relevantes como área de la empresa (construida y cultivada), producción y ventas. En la segunda, se diseñó un panel de navegación de la herramienta (Ilustración 9) permitiendo al usuario con un solo clic dirigirse a la pestaña de interés de manera rápida y sencilla.



**Ilustración 9.** Panel de navegación de la herramienta (Autores, 2016)

Cada fase cuenta con la pestaña de **entradas**, donde se insertaron tablas en las cuales se pueden digitar cantidades de: agua, residuos peligrosos y no peligrosos y su clasificación según el tipo de material, suelo utilizado, energía, fuentes móviles donde se especifica su tipo y su consumo, fertilizantes implementados y el tipo según su porcentaje de nitrógeno y pesticidas.

### Cálculos

Una vez digitadas las entradas en cada fase, estas son procesadas. En cada fase se puede apreciar los procedimientos para hallar el consumo de agua total, la energía consumida, la cantidad de CO<sup>2</sup> en kg generados por los residuos, las

fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas. Adicionalmente, en cada pestaña de *cálculos* se encuentran tablas de conversiones y equivalencias que fueron necesarias para llegar al resultado de cada parámetro evaluado en la HE.

## **Resultados**

Para cada fase se diseñó una pestaña de *resultados*, donde se insertaron diferentes gráficos con el objetivo de ilustrar de manera clara las cantidades de cada uno de los parámetros que afectan las diferentes huellas que se consideraron.

## **Huella ecológica**

Por último, en la pestaña *huella ecológica* se consolidan los resultados obtenidos en las dos fases para proceder con la conversión a GHA y de esta manera obtener la huella ecológica de Almidones de Occidente en el año 2016.

## 5.2 Resultado de la huella ecológica de la empresa Almidones de Occidente para el año base 2016.

Al desarrollar este objetivo se obtuvo el valor de la huella ecológica para Almidones de Occidente teniendo como base el año 2016. A lo largo del desarrollo se calcula el nivel de emisiones de CO<sub>2</sub> generadas por cada una de las fases que fueron consideradas dentro del alcance del proyecto.

### **Fase I: Cultivo**

#### **Agua**

Para el cálculo del consumo hídrico dentro de la fase de cultivo solo se tuvo en cuenta la Huella Hídrica verde (HH verde), es decir, las aguas lluvias, dado que la empresa no cuenta con un sistema de riego. Para hallar el consumo de agua mencionado anteriormente fue necesario usar la Ecuación 2 la cual hace una relación entre la HH verde consumida por todos los cultivos de yuca en Colombia y las hectáreas totales (Ha totales) destinadas para dicho tipo de cultivo.

$$\text{Consumo} = \frac{\text{HH verde}}{\text{Ha totales}} * \text{Ha de la empresa} = \frac{m^3}{\text{año}} \quad \text{Ecuación 2}$$

(Autores, 2017)

Una vez aplicada la ecuación para procesar los datos obtenidos, se obtuvo como resultado un consumo de 0,045Mm<sup>3</sup>, el bajo consumo de agua dentro de esta fase es consecuencia de la carencia de un sistema de riego, por otro lado, es pertinente mencionar que la yuca es un tubérculo con características fisiológicas que demandan pocas cantidades de agua para su desarrollo siendo así otra razón explicativa del resultado obtenido.

#### **Residuos**

Los residuos obtenidos dentro de esta fase fueron categorizados como desechos orgánicos. Dentro de este tipo de desechos encontramos: maleza, tallos, hojas y yuca en mal estado las cuales son generados por diversos procesos aplicados en el cultivo tales como: preparación antes del cultivo, limpiezas durante el cultivo (4veces) y cosecha del cultivo.

**Tabla 4.** Emisiones generadas por residuos en la *Fase I: Cultivo*

TOTAL EMISIONES POR TIPO DE MATERIAL	
TOTAL (kg)	681 kg CO <sub>2</sub>
TOTAL (Ton)	0,68 ton CO <sub>2</sub> -año

(Autores, 2017)

La cantidad de desechos que se generó fue de 2698 kg los cuales generaron un nivel de emisiones de 681 kg de CO<sub>2</sub> en el año 2016.

### Suelo

El suelo usado por la empresa es un recurso el cual no ha sufrido transformaciones para iniciar el cultivo, es decir, no se hizo tala de árboles u otro tipo de cultivos previamente. En el cultivo de la yuca, el uso de fertilizantes y pesticidas químicos es poco usual debido a la resistencia que lo caracteriza; sin embargo, la empresa usa un fertilizante orgánico llamado gallinaza con el fin de disminuir el impacto ambiental. En la siguiente tabla se encuentran registrados los datos obtenidos del fertilizante mencionado anteriormente así como la cantidad de CO<sub>2</sub> generada:

**Tabla 5.** Emisiones generadas por fertilizantes en la *Fase I: Cultivo*

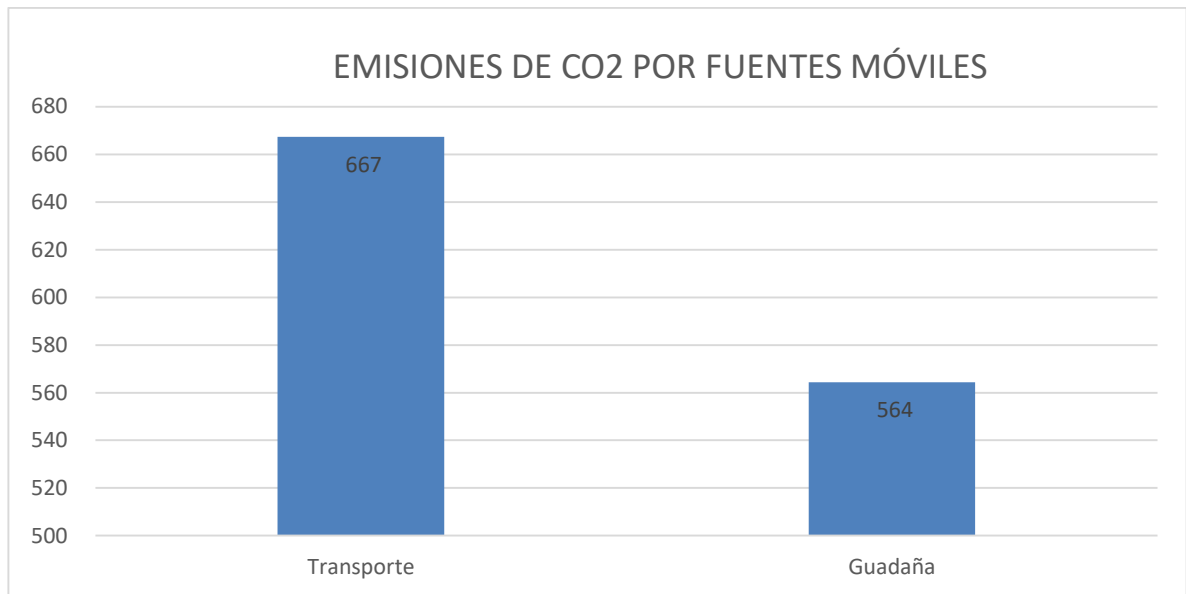
FERTILIZANTES			
TIPO DE FERTILIZANTE	% de Nitrogeno	CANTIDAD (Kg)	% Total de Nitrogeno
Gallinaza	2	37.500	863
Urea	46	-	-
Cal Dolomita	-	-	-
Cal Calcica	-	-	-
<b>Total</b>			<b>862,50</b>
<b>Total de emisión</b>			<b>8,63 kg CO<sub>2</sub></b>

(Autores, 2017)

Los datos de la tabla fueron obtenidos de un cultivo compuesto por 37.500 tallos de yuca, los cuales demandan 1 kilogramo de gallinaza por cada uno de ellos generando así unas emisiones anuales equivalentes a 8,63 kg de CO<sub>2</sub>. Cabe resaltar que el cultivo se fertiliza 1 vez durante todo su proceso.

### Fuentes Móviles

Dentro de esta huella fue ubicada la maquinaria que requiere el cultivo que son las guadañas y el transporte para llevar la yuca desde el cultivo hasta la planta de producción.



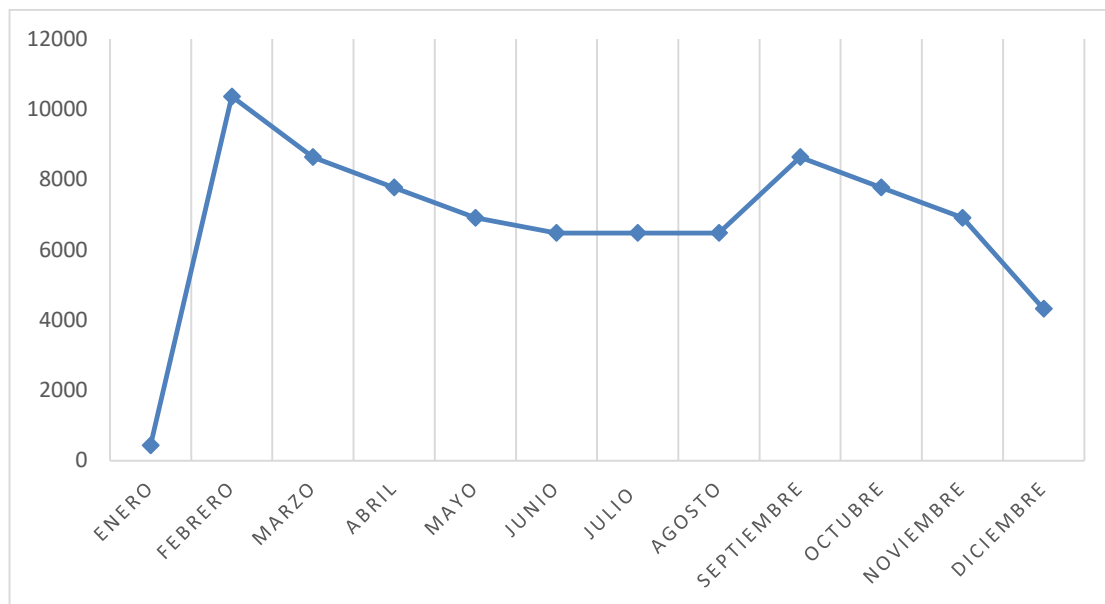
**Ilustración 10.** Emisiones generadas por fuentes móviles en la *Fase I: Cultivo* (Autores, 2017)

A través de la Ilustración 10 se observa que las emisiones de CO<sub>2</sub> más altas son las del transporte debido a que los cultivos se encuentran en una zona diferente a la de la planta de producción, motivo por el cual se deben realizar varios viajes para transportar los bultos de yuca cosechados.

### ***Fase II: Producción y Comercialización***

#### **Agua**

El agua es un recurso crítico el cual es usado durante todas las etapas de extracción del almidón. Los datos recolectados durante el desarrollo del proyecto fueron procesados en la herramienta. En la Ilustración 11 se puede apreciar el consumo de agua que realiza la empresa para su proceso, este consumo es de 81.216 m<sup>3</sup>; sin embargo, dentro del proceso existen unas pérdidas equivalentes a 12.417 m<sup>3</sup>. Estas pérdidas se generan por otras actividades de la empresa como el lavado de la planta, camión, patios, pisos, entre otras.



**Ilustración 11.** Consumo de agua durante el año 2016 (M<sup>3</sup>) en la *Fase II: Producción y Comercialización* (Autores, 2017)

El mes de febrero de 2016 presenta un pico en el consumo de agua puesto que en ese mes se cosechó un cultivo que produjo 54.000kg de yuca y se recibió 378.000kg de yuca de proveedores, cabe aclarar que en este mes el turno fue de 10 horas trabajando de lunes a sábado.

### Residuos

Los residuos encontrados en esta fase fueron clasificados dentro de la categoría llamada desechos orgánicos, dentro de estos encontramos subproductos como: mancha, afrecho, cascara de yuca y sumado a esto, la tierra que surge después de la etapa de lavado.

**Tabla 6.** Emisiones generadas por residuos en la *Fase II: Producción y Comercialización*

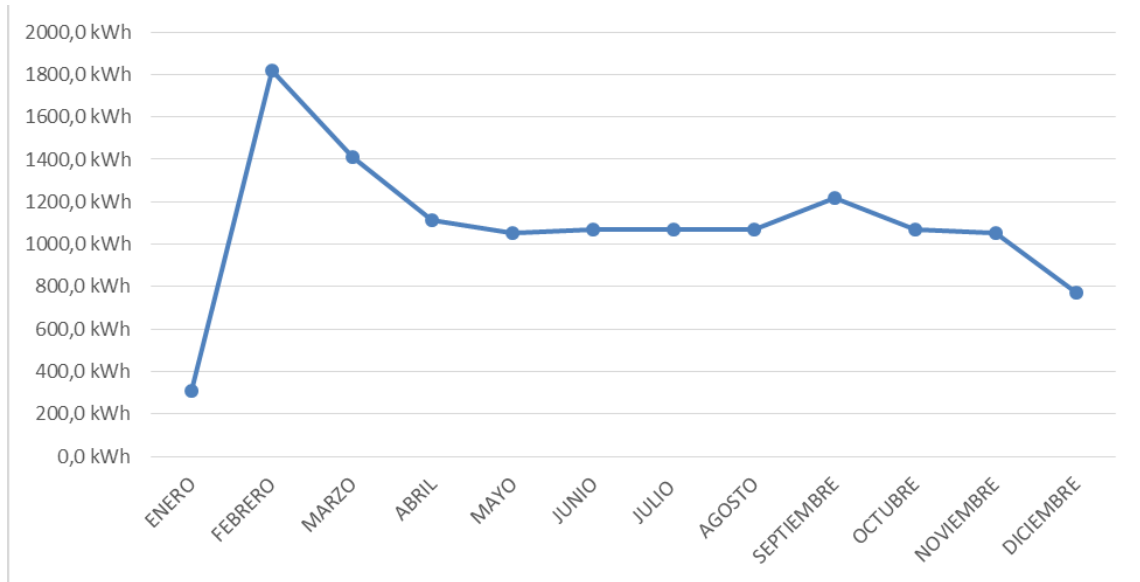
TOTAL EMISIONES POR TIPO DE MATERIAL	
TOTAL (kg)	7961 kg CO <sub>2</sub>
TOTAL (Ton)	7,96 ton CO <sub>2</sub> -año

(Autores, 2017)

La cantidad de emisiones equivalente de CO<sub>2</sub> anuales fueron de 7.961 Kg, este resultado es mayor en 7.280 Kg en comparación con los residuos de la *Fase I: Cultivo*. Esta alta diferencia se debe a que este tipo de residuos están compuestos por una mayor cantidad de materia orgánica dado que solo el 20% del tubérculo es almidón y el resto está compuesto por los subproductos mencionados con anterioridad, a esto se le suma el proceso de fermentación por el que atraviesa cada uno.

## Energía

La energía consumida durante el año 2016 fue de 13.031 Kwh. En la Ilustración 12 se puede apreciar algunos picos, el más alto se presenta en el mes de febrero con un consumo total de 1.820 Kwh, este consumo se debe a los 432.000 kg procesados durante este periodo de tiempo.



**Ilustración 12.** Consumo de energía durante el año 2016 (Kwh) en la *Fase II: Producción y Comercialización* (Autores, 2017)

Con el consumo mensual se obtuvo la cantidad de emisiones equivalentes de CO<sub>2</sub> anuales. La huella de energía emite alrededor de 2.606 Kg de CO<sub>2</sub>. A pesar del consumo energético que tiene la empresa en este momento, este no genera un alto nivel de emisiones si se llegara a comparar con otra empresa que este ubicada en otro país en el que el tipo de energía no es hidroeléctrica, pues este tipo de energía tiene un factor de emisión más bajo que la energía termoeléctrica o nuclear.

**Tabla 7.** Emisiones generadas por energía en la *Fase II: Producción y Comercialización*

<b>Total emision (kgCO2/kWH)</b>	2.606
<b>Total emision (TonCO2/kWH)</b>	2,61

(Autores, 2017)

## Área Construida

Almidones de Occidente cuenta con un área total de 30.759 m<sup>2</sup>, de los cuales solo el 2,47% representa el área construida, es decir, aproximadamente 759 m<sup>2</sup>. A pesar de que su infraestructura no sea mayor al área destinada para los cultivos, es en la planta donde se efectúan los mayores consumos y eleva el indicador de la Huella Ecológica.

## Fuentes Móviles

En la huella de fuentes móviles de esta segunda etapa se consideró la parte de comercialización. La empresa tiene 4 clientes, los cuales abastece 2 veces en el mes durante todo el año; dos de sus clientes se encuentran ubicados en Dos Quebradas, Risaralda y los otros dos en Bogotá.

**Tabla 8.** Emisiones generadas por fuentes móviles en *la Fase II: Producción y Comercialización*

DISTANCIA RECORRIDA (Km)	FRECUENCIA ANUAL	DISTANCIA TOTAL RECORRIDA
343	48	16.464
593	48	28.464
		-
		-
		-
<b>Total</b>		44.928
<b>Total de emisiones</b>		45871,49 kg CO <sub>2</sub>

(Autores, 2017)

Por medio de la Tabla se aprecia que la distribución del almidón a las dos diferentes ubicaciones emite 45.871,49 Kg de CO<sub>2</sub> al año.

## Huella Ecológica

Finalmente con todos los resultados obtenidos de las huellas mencionadas anteriormente se calculó el indicador de huella ecológica en hectáreas globales (gha). Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

**Tabla 9.** Resultados de Huella Ecológica (gha)

Huella ecológica en hectareas globales (gha)	
Agua	6,5 gha
Residuos (Desechos Organicos)	1,94 gha
Energía	0,6 gha
Emisiones Fuentes Móviles	10,6 gha
Área construida	0,1 gha
Suelo	0,01 gha
Total	19,7 gha

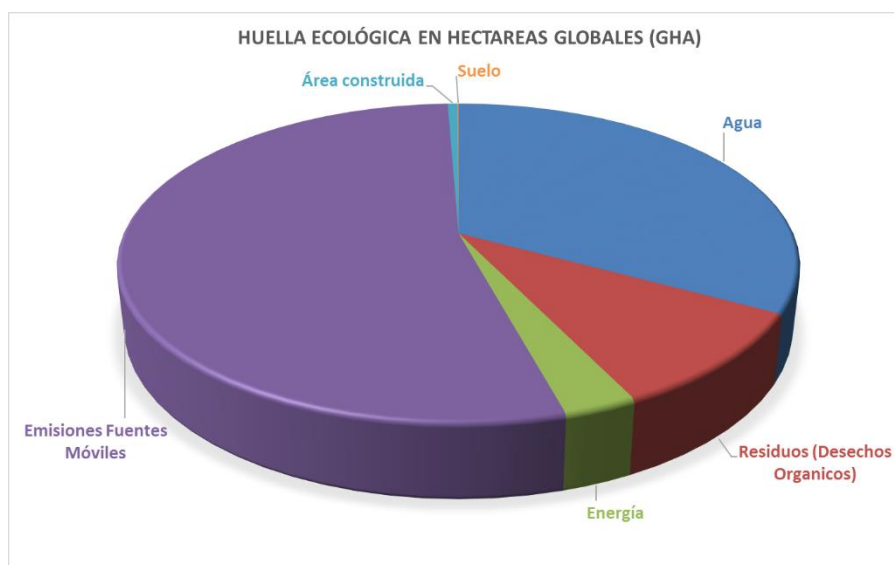
(Autores, 2017)

Con el fin de poder compararse con cualquier otro cultivo se calculó la huella ecológica por tonelada producida por medio de la Ecuación 3. Para el año 2016, Almidones de occidente produjo 106,053 toneladas de almidón de yuca; es decir que por cada tonelada que la empresa produzca necesitaran de 0,186 gha.

$$\text{HE x Ton producida} = \frac{19,7 \text{ gha}}{106,053 \text{ Ton}}$$

**Ecuación 3**

$$\text{HE x Ton producida} = 0,186 \frac{\text{gha}}{\text{Ton}}$$



**Ilustración 13.** Desglose de la huella ecológica de Almidones de Occidente 2016 (Autores, 2017)

En la Ilustración 13 se puede observar que las huellas que más aportan al indicador son las emisiones de fuentes móviles con un 54%, el agua con un 33% y los residuos con un 10%; a partir de estos resultados se documentaron propuestas de mejora

con el fin de mitigar la HE sin afectar la productividad de la empresa, ni la calidad del almidón que se ofrece al mercado.

### **5.3 Documento con las propuestas**

A raíz de los resultados obtenidos de la huella ecológica del ciclo de vida del almidón en Almidones de Occidente, se decidió plantear diferentes propuestas que pueden ayudar a mitigar los impactos que están causando todas las operaciones y actividades que se realizan en la empresa a partir del cultivo hasta su producción y comercialización. Las propuestas son las siguientes:

#### **Planta de tratamiento de aguas residuales (bio filtro)**

Si bien la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) es un sistema necesario para la purificación del agua usada durante un proceso productivo, también es exigida por las entidades ambientales, según lo expresa la resolución 0631 del año 2015 en la cual se hace explícita la obligación para todas aquellas empresas que arrojan sus vertimientos a un cuerpo de agua. El agua residual debe cumplir con unos parámetros los cuales deben ser medidos y controlados antes de ser arrojados con el objetivo de disminuir la carga contaminante que pueda afectar aquellos ecosistemas formados alrededor de dicho cuerpo. Algunos parámetros considerados dentro la resolución son: PH, Demanda Química de Oxígeno (DQO), Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO), Solidos Suspendidos Totales (SST), grasas y aceites, entre otros (ministerio de medio ambiente y desarrollo, 2015).

En el caso de Almidones de Occidente, la empresa cuenta con un proyecto diseñado por una persona externa a la empresa. El proyecto es una alternativa económica para el tratamiento de las aguas residuales de la empresa el cual consta de un Bio filtro compuesto por capas de diferentes materiales y lombrices que degradaran los desechos contenidos en los vertimientos con el objetivo de reducir la carga contaminante al mismo tiempo que cumplen con los parámetros estipulados por la ley 0631. El Bio filtro fue diseñado teniendo en cuenta un caudal de entrada de 367m<sup>3</sup> por día, por ende, la capacidad de procesamiento mensual del Bio filtro es de aproximadamente 7.340 m<sup>3</sup>

Los costos de diseño e instalación de una PTAR varían según la cantidad volumétrica de agua gris proveniente del proceso productivo; en este caso el proyecto con el cual cuenta la empresa actualmente está avaluado en \$16.488.533 (ver

); a pesar de que la inversión representa una cantidad considerable de dinero para la empresa dado su nivel económico, esta inversión no es comparable con el gran impacto que tendría en las finanzas de la empresa una sanción del Ministerio de Ambiente y Desarrollo a través del proceso sancionatorio estipulado en la ley 1333 del 21 de julio de 2009 (Dictan & Disposiciones, 2009).

Siguiendo el proceso sancionatorio, la multa para la empresa Almidones de Occidente sería equivalente a **\$117.231.961**. La multa fue calculada teniendo en cuenta los parámetros dictados por la resolución 2086 del 25 de octubre de 2010 donde establece que la tasación está determinada por la **Ecuación 4** (Ministerio de Ambiente y Desarrollo, 2010).

$$\text{Multa} = B + \{(\alpha * i) * (1+A) + Ca\} * Cs \quad \text{Ecuación 4}$$

Los valores para cada uno de los parámetros contemplados en la resolución según la actividad desarrollada por la empresa Almidones de Occidente son presentados a continuación:

**Beneficio ilícito (B):** para el cálculo del beneficio ilícito se tuvo en cuenta solo los costos evitados los cuales son equivalentes a \$2.500.000, valor el cual se encuentra compuesto por los costos de permiso de concesión de aguas superficiales y permiso de vertimientos.

**Costos asociados (Ca):** el costo asociado no fue valorado dado que este depende estrictamente de las todas las erogaciones en las que la Corporación Autónoma del Cauca (CRC) incurra.

#### **Grado de afectación ambiental (i)**

- **IN: Intensidad:** la afectación del bien de protección representa una desviación estándar total superior al 100% al comparar los valores exigidos por la norma 0631 en cada uno de los parámetros estipulados en la misma contra los valores obtenidos a través de la caracterización del agua gris de la empresa (ver **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** ), por ende

$$IN= 12$$

- **EX: Extensión:** El área de influencia del impacto en relación con el entorno se considera en un valor de:

$$EX= 1$$

- **PE Persistencia:** el efecto de la contaminación del río no es temporal en el tiempo hasta el momento de la implementación de la PTAR, se establece un plazo temporal de manifestación entre 6 meses y 5 años

$$PE= 3$$

- **RV. Reversibilidad:** la alteración puede ser asimilada por el entorno de forma medible en el mediano plazo, debido al funcionamiento de los procesos naturales de la sucesión ecológica y de los mecanismos de autodepuración del medio.

$$RV= 3$$

- **MC: Recuperabilidad:** La afectación puede eliminarse por la acción humana, al establecerse las oportunas medidas correctivas.

$$MC=3$$

### Importancia de la afectación (I)

$$I= (3*IN) + (2*EX) +PE+RV+MC$$

$$I= (3*12) + (2*1) + 3 + 3 + 3$$

$$I= 47$$

Según el resultado de la importancia de la afectación (I), está dentro del rango 41-60 dictado por la resolución 2086, por lo tanto, se considera una afectación SEVERA. Considerando el grado de afectación este se puede cuantificar en términos monetarios, para ello nos apoyamos de la siguiente ecuación:

$$i = (22.06*SMMLV (\text{Para el año 2017})) *I$$

**Ecuación 5**

$$i = (22.06*737.717) *47$$

$$i = 764.879.739$$

**Factor de temporalidad ( $\alpha$ ):** Teniendo en cuenta que no se conoce la duración de la actividad, se considera como un evento instantáneo  $\alpha = 1$

**Circunstancias atenuantes(A):** Se presentan las siguientes circunstancias atenuantes establecidas en el Artículo 9° de la Ley 1333 de 2009.

- Resarcir o mitigar por iniciativa propia el daño, compensar o corregir el perjuicio causado antes de iniciarse el procedimiento sancionatorio ambiental, siempre que con dichas sanciones no se genere un daño mayor (-0,4)

**Capacidad socio económica del infractor (Cs):** según la clasificación reglamentada en la ley 590 del año 2000 conocida como ley Mipymes Almidones de Occidente se encuentra dentro de la categoría de microempresa con un total de activos de \$263.837.000, por ende:

$$Cs=0,25$$

Ahora bien, considerando los costos de inversión del proyecto (Bio filtro) y la multa que se le puede imponer a la empresa, es relevante realizar un análisis financiero para el proyecto en mención, donde la multa es considerada como un ingreso generado por él proyecto puesto que este es un dinero que la empresa podría evitar pagar al implementar el sistema. Dicho de otro modo, la multa se considera ahorro. Para dicho análisis es pertinente considerar el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el Costo de Capital (WACC).

En la Tabla 10 se resumen los flujos de efectivo para el proyecto, el plazo máximo para pagar la multa según la CRC es de dos años. Es importante aclarar que los ahorros anuales están penalizados por una tasa de usura anual del 34%.

**Tabla 10.** Flujo de efectivo

Inversión inicial	Ingresos año 1	Ingresos año 2
\$ (16.488.533,00)	\$ 89.957.995,26	\$ 89.957.995,26

(Autores, 2017)

### Valor Presente Neto (VPN)

Para el cálculo del VPN es necesario conocer la inversión inicial, los flujos de dinero futuros y una tasa conocida como costo de capital (WACC por sus siglas en ingles). El WACC representa el rendimiento mínimo que se debe ganar con el proyecto con el fin de satisfacer a los inversionistas (Buenaventura, 2011).

Para calcular el VPN del proyecto es indispensable iniciar calculando el WACC el cual se encuentra definido por  $w_{WACC}=K_e*(1-r_D) + K_D*(1-T)*r_D$  **Ecuación 6**

$$WACC=K_e*(1-r_D) + K_D*(1-T)*r_D \quad \text{Ecuación 6}$$

Donde:

**Ke:** costo de capital propio.

**r<sub>D</sub>:** razón de endeudamiento.

**K<sub>D</sub>:** costo de la deuda.

**T:** tasa de impuesto.

**Costo de capital propio (Ke):** para calcular el costo de capital propio fue necesario usar el modelo *Capital Asset Pricing Model (CAPM)* el cual se encuentra definido por la Ecuación 7 (Buenaventura, 2011). En la Tabla 11 se aprecia el valor de las variables que hacen parte del modelo.

**Ecuación 7**

$$K_e = R_f + (R_m - R_f) * \beta \quad \text{Ecuación 7}$$

**Tabla 11.** Calculo del costo de capital propio

<b>Costo de capital propio(Ke)</b>	24,75%
<b>CAPM</b>	
<i>rentabilidad libre de riesgo del mercado(Rf)</i> (Banco de la Republica, 2017)	6,25%
<i>rentabilidad media del mercado(Rm)</i> (Banco de la Republica, 2017)	15%
<i>coeficiente del mercado frente al sector(B0)</i> (NYU Stern School of Business, 2017)	1,44
<i>coeficiente de prima de riesgo frente al mercado(Bi)</i>	2,113734792

(Autores, 2017)

**Razón de endeudamiento (r<sub>D</sub>):** la razón de endeudamiento es calculada mediante la división entre el valor de la deuda actual y el valor de los activos. En la Tabla 12 se presentan los datos otorgados por Almidones de Occidente.

**Tabla 12.** Calculo de la razón de endeudamiento

<b>Razón de endeudamiento(rd)</b>	0,41
<i>pasivos totales</i>	\$ 186.714.000
<i>patrimonio</i>	\$ 263.387.000

(Autores, 2017)

**Costo de la deuda (K<sub>D</sub>):** este parámetro fue calculado teniendo en cuenta el DTF del año 2017 más el 10% (Banco de la Republica, 2017).

**Tabla 13.** Calculo del costo de la deuda.

<b>Costo de la deuda(Kd)</b>	7,612%
<i>DTF (año 2017)</i>	6,92%

(Autores, 2017)

**Tasa de impuestos (T):** la tasa de impuesto fue modificada en la última reforma tributaria (Actualícese, 2016) para las personas jurídicas, la tarifa del impuesto sobre la renta es del **34%** para el año gravable 2017.

Una vez calculado cada uno de los parámetros, estos son remplazados en la  $WACC = K_e(1-r_D) + K_D(1-T)r_D$  **Ecuación 6** obteniendo que:

$$WACC = 17\%$$

Finalmente, se procede con el cálculo del VPN usando el WACC como tasa de rendimiento y los flujos de efectivo presentados en la Tabla 10, obteniendo el siguiente resultado:

$$VPN = \$ 126.893.810,54$$

Considerando los criterios de decisión se puede determinar que el proyecto debería ser aceptado puesto que el VPN es mayor que cero. Esto significa que si Almidones de Occidente toma la decisión de invertir en el Bio filtro obtendrá un ahorro de \$126.893.810, dicho de otro modo, el proyecto genera un flujo de dinero que rebasa el costo de la inversión inicial convirtiéndolo así en un proyecto que genera valor para la compañía.

Por otro lado, la **Tasa Interna de Retorno (TIR)** es otra técnica usada para la evaluación de proyectos que hace al VPN igual a cero y que expresa la tasa de rendimiento que ganará la empresa si decide invertir en un proyecto determinado (Gitman & Zutter, 2012). Considerando la información consolidada en la Tabla 10 la TIR para la empresa Almidones de Occidente es:

$$TIR = 532\%$$

Según los criterios de decisión, la TIR también determina que la empresa debería invertir en el proyecto ya que la TIR es mayor que el WACC lo que implica que el rendimiento o incremento de valor de la compañía con dicha inversión es de 532%, la razón de este resultado es debido la cuantiosa multa que se le podría imputar a la empresa por su actividad económica comparada con la baja inversión en el sistema de tratamiento de aguas residuales.

### **Boquillas de aspersión**

Las boquillas de aspersión plana son usadas en diferentes industrias para el lavado de aire, enfriamiento y extinción, control de polvos, lavado de gases, lavadores de licor, depuradores, etc. Dichas boquillas están disponibles en diferentes materiales según sea el uso que se les vaya a dar, estos materiales pueden ser: metal, polipropileno y kynar (Spraying systems co, 2013)

El proceso de tamizado implementado actualmente por Almidones de Occidente hace uso de 5 tamizadores los cuales están compuestos por un esqueleto metálico y un paño el cual separa la celulosa del almidón y la mancha. El paño es un trozo de seda la cual tiene poros que pueden llegar a obstruirse, es por esta razón que en la parte externa existe un sistema de aspersión (tubo con una serie de agujeros que lanzan un chorro directo sobre la tela para desincrustar las partículas que taponan los poros). El sistema de aspersión actual no es eficiente puesto que su impacto por unidad de área es bajo aumentando así el consumo de agua, por tal motivo, las boquillas de aspersión son una buena opción para optimizar el consumo de agua dentro del proceso de tamizado dado que presentan unas características benéficas tales como:

- El patrón de aspersión plano distribuye el líquido en forma de cortina o abanico.
- Reduce hasta un 50% el consumo de agua.
- Gotas de pequeñas a medianas.
- Ángulos de aspersión desde 0° (chorro solido) hasta 110° a 40 psi.
- Chorro solido de alto impacto que proporciona el mayor impacto por unidad de área.
- Pasos internos sin obstrucciones para minimizar taponamientos.
- Reduce los costos de operación y tiempos de mantenimiento gracias a que solo debe removerse la punta mientras el resto del cuerpo queda fijo en la tubería.
- El precio unitario de cada una de estas boquillas es de \$60.000 COP.

El consumo de agua en la etapa de tamizado es el 20% del total de agua consumida para el proceso, es decir, que la etapa de tamizado consumió cerca de 16.243 m<sup>3</sup> en el año 2016. De haber implementado las boquillas de aspersión al inicio del año y teniendo en cuenta que el costo por metro cubico es de \$916 y que la reducción seria del 30% del consumo de agua de la etapa en mención, se puede decir que la empresa se hubiese ahorrado cerca de \$ 4.464.936 en el año.

Por otro lado, el costo de inversión para adquirir las boquillas es de \$720.000 por ende, es pertinente afirmar que el sistema hubiese generado un ahorro neto de \$3.744.936, valor obtenido una vez restada la inversión inicial del ahorro total. Para la evaluación financiera de esta propuesta no fue necesario hacer uso del VPN ni de la TIR puesto que esta propuesta tiene una inversión que no involucra mucho riesgo para la compañía.

### **Implementación de paneles solares**

Enertotal S.A es una empresa que ofrece energía alternativa a diferentes industrias a través de la implementación de paneles solares. Enertotal S.A tuvo un

acercamiento a diferentes empresas productoras de almidón de yuca ubicadas en el norte del Cauca, entre ellas Almidones de Occidente, con el fin de explicar diferentes aspectos de la implementación de los paneles solares y a su vez el impacto que generan en sus procesos.

La inversión inicial para adquirir los paneles solares es de aproximadamente \$70.000.000, dicha inversión representa la adquisición de 3 paneles solares que según Enertotal S.A, sería suficiente para el proceso de producción del almidón de yuca. El costo por KW generado por los paneles solares sería aproximadamente de \$540 mientras que actualmente la empresa paga a la compañía energética de occidente un costo por KW de \$560, esto quiere decir que si la empresa implementara el sistema de paneles solares tendría un ahorro de \$20 por cada Kwh consumido.

Ahora bien, para realizar el análisis financiero usando las principales herramientas de evaluación de proyectos mencionadas con anterioridad es adecuado estimar los consumos anuales que tendría la compañía y los ahorros que generaría anualmente si la empresa hubiese implementado el sistema de paneles solares desde del año 2017, estas estimaciones fueron realizadas considerando un crecimiento anual de 12% en el consumo de energía eléctrica teniendo como base un consumo total en el año 2016 equivalente a 13.031 KW, la estimaciones descritas se encuentran consolidadas en la Tabla 14.

**Tabla 14.** Consumo en KW y ahorros estimados.

	<i>años</i>			
	<i>2017</i>	<i>2018</i>	<i>2019</i>	<i>2020</i>
<i>total de KW estimados que son consumidos anualmente</i>	15377	18144	21410	25264
<i>ahorros estimados</i>	\$ 307.532	\$ 362.887	\$ 428.207	\$ 505.284

(Autores, 2017)

Para el cálculo del VPN se tendrán en cuenta los ahorros estimados y un WACC del 17% el cual fue estimado previamente. En este orden de ideas, el resultado obtenido es de \$ (68.979.237). Según los criterios de decisión para un VPN inferior a cero la implementación del proyecto para aprovechar la energía solar mediante los paneles solares debería ser rechazada puesto que el proyecto no generaría ningún valor para la compañía.

Por otro lado, la **TIR** es equivalente a **-69%** lo cual implica que si la compañía decide invertir en el proyecto tendrá un detrimento del mismo valor porcentual, por lo tanto, un ahorro de \$20 por KW consumido no generaría una retribución considerable que le permita a la empresa recuperar la alta inversión en el corto plazo; por ende, el proyecto debería ser rechazado por su inviabilidad económica.

## 6 Conclusiones

- En este proyecto se rediseño la herramienta de huella ecológica existente y se adaptó al sector agroindustrial para calcular la huella ecológica asociada a Almidones de Occidente para el año 2016. Los resultados obtenidos indican que se necesitan 19,7 hectáreas (gha) para satisfacer todas las necesidades de las actividades y operaciones de la empresa, es decir 6,4 veces el tamaño del área total de la empresa en terreno de bosque.
- Los principales contribuyentes a la huella ecológica son las emisiones de fuentes móviles con 10,6 gha, seguido del agua con 6,5 gha y los residuos (Desechos Orgánicos) 1,94 gha.
- La huella de agua de la empresa en total es de 81.216 m<sup>3</sup>, la huella de energía en total es de 13.031Kwh, la huella de residuos en total es de 258,7 toneladas, la huella de fuentes móviles en total es de 47,1 toneladas de CO<sub>2</sub> y la huella de fertilizantes y pesticidas en total es de 0,00863 toneladas de CO<sub>2</sub> para el año 2016.
- Por medio de la literatura estudiada se llegó a la conclusión que la empresa Almidones de Occidente practica una agricultura extensiva dado que dentro de sus cultivos no se hace uso de fertilizantes químicos para incrementar el rendimiento del mismo.

## 7 Recomendaciones

Las recomendaciones escritas parten de nuestro aporte intelectual junto a los resultados expuestos con anterioridad. Estas recomendaciones pueden beneficiar a la empresa, reducir el indicador de huella ecológica y como resultado mitigar el impacto generado al ambiente.

- Se recomienda a la empresa Almidones de Occidente estandarizar los procesos y contabilizar el consumo de los recursos que necesita cada una de las etapas de sus procesos productivos.
- Apoyado de datos históricos y consumos medir nuevamente el indicador de huella ecológica con el fin de hacer un seguimiento del impacto que genera la actividad económica.
- Implementar una planta de tratamiento de aguas residuales con el propósito de que el agua residual cumpla con los parámetros exigidos en la resolución 0631 de 2015 y quedar eximidos de una multa de \$117.231.961.
- Para la reducción del consumo de agua, elemento vital para la producción del almidón de yuca se recomienda instalar boquillas de aspersión debido a que la boquilla garantiza una reducción de casi el 50% del consumo de agua además presenta beneficios tales como: el patrón de aspersión plano distribuye el líquido en forma de cortina o abanico, proporciona un chorro solido de alto impacto que facilita el mayor impacto por unidad de área y reduce los costos de operación y tiempos de mantenimiento gracias a que solo debe removerse la punta (precio unitario es de \$60.000 COP) mientras el resto del cuerpo queda fijo en la tubería.

Para el desarrollo de futuras investigaciones se recomienda

- Incluir la participación de la empresa y comunidad para validar las diferentes huellas que se analizaron en la herramienta de huella ecológica.

- Referente a las propuestas de mejora, analizar el valor del capital natural, donde hace referencia a los recursos naturales como medios de producción de bienes y servicios, es decir una forma de estimar el valor de un ecosistema.

## BIBLIOGRAFÍA

- Actualícese. (29 de diciembre de 2016). *Actualícese*. Obtenido de <http://actualicese.com/normatividad/2016/12/29/ley-1819-de-29-12-2016-reforma-tributaria/>
- Altieri, M. A., & Nicholls, C. (2012). Agroecología: única esperanza para la soberanía alimentaria y la resiliencia socioecológica.
- Arevalo, D., Lozano, J. G., & Sabogal, J. (2011). Estudio nacional de Huella Hídrica Colombia Sector Agrícola. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología Y Humanismo*, 7, 103–126.
- Aristizábal, J., Autoras, T. S., & Lorío, D. M. (2007). ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACIÓN Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca.
- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. *Fao*, 163, 134. <http://doi.org/9253056770-9789253056774>
- Banco de la Republica. (2017). Boletín de indicadores económicos, 1–23.
- Banco Interamericano de Desarrollo. (2016). El cultivo de la yuca, (lic), 1–12.
- Ceballos, H. (2002). La Yuca en Colombia y el Mundo : Nuevas Perspectivas para un Cultivo Milenario. *La Yuca En Colombia Y El Mundo : Nuevas Perspectivas Para Un Cultivo Milenario*, 1–13.
- CEPAL. (2012). Huella de carbono y exportaciones de alimentos. Guía práctica, 1–80.
- Cip ecosocial. (2007). *Huella ecológica : metodología de cálculo. Ecosocial*.
- DANE. (2016). Población en Colombia. Retrieved from <http://www.dane.gov.co/reloj/>

- Dictan, S. E., & Disposiciones, O. (2009). 2 1 JUL 2009.
- Ewing, B., Goldfinger, S., Wackernagel, M., Stechbart, M., Rizk, S. M., Reed, A., & Kitzes, J. (2008). The Ecological Footprint Atlas 2008. *Global Footprint Network, 2008*(December), 87. Retrieved from [www.footprintnetwork.org](http://www.footprintnetwork.org)
- Fondo Mundial para la Naturaleza (WWF). (2014). Informe planeta vivo 2014. *Fondo Mundial Para La Naturaleza*, 1–44.
- Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2012). *No Title* (decimo seg).
- Global footprint Network. (2006). Ecological Footprint Standards, (September), 33.
- Global Footprint Network. (2012). Ecological wealth of nations.
- Global Footprint Network. (2015). ¿Qué mide la Huella Ecológica?
- Hoekstra, A. Y., Chapagain, A. K., Aldaya, M. M., & Mekonnen, M. M. (2011). *The Water Footprint Assessment Manual. Febrero 2011*. <http://doi.org/978-1-84971-279-8>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo. (2010). Resolución 2086.
- ministerio de medio ambiente y desarrollo. [resolucion 0631 del 2015.pdf](#), Pub. L. No. [resolucion 0631 del año 2015 \(2015\)](#). colombia.
- NYU Stern School of Business. (2017). Betas By Sector.
- Shoham, T., Malah, D., & Shechtman, S. (2010). The State of the Art in Ecological Footprint Theory and Applications FOOTPRINT FORUM 2010. *Final Program and Abstract Book - 4th International Symposium on Communications, Control, and Signal Processing, ISCCSP 2010*, 109–110. <http://doi.org/10.1109/ISCCSP.2010.5463316>
- Spraying systems co. (2013). Sección C – Boquillas de Aspersión Plana Boquillas de Aspersión Plana Boquillas de Aspersión Plana.
- Torres, S., López, A., Moreno, M. &, & Restrepo, L. Á. (2012). Metodología para la determinación de la huella ecológica en el área de exhibiciones del Zoológico de Cali.
- Zarco Palacios, D. (2013). Agroindustria. *Geografía De La Agroindustria*., 43. Retrieved from <https://web.ua.es/es/giecryal/documentos/documentos839/docs/davidzarco-agroind.pdf>

## Anexos

### Anexo 1. Herramienta Huella Ecológica

Se anexa un documento de Excel que consiste en la herramienta del cálculo de la huella ecológica en la empresa Almidones de Occidente.

Anexo 1 - Calculadora HE BetancourthRosero - Microsoft Excel

ARCHIVO INICIO INSERTAR DISEÑO DE PÁGINA FÓRMULAS DATOS REVISAR VISTA Nitro Pro 8 Iniciar sesión

Portapapeles Fuente Alineación Número Estilos Celdas Modificar

V71

**Calculadora Huella Ecológica**

Esta herramienta tiene como objetivo estimar la huella ecológica. Se divide en dos fases: fase I (Cultivo) y fase II (Producción y comercialización), teniendo en cuenta las huellas de agua, energía, residuos, utilización de suelo y emisiones (fuentes fijas, fuentes móviles, fertilizantes y pesticidas) para las empresas ubicadas en el sector agroindustrial. A continuación las instrucciones lo guiarán en el uso de la herramienta.

Nombre de la empresa: Almidones de Occidente


ALMIDONES DE OCCIDENTE

¿COMO SE USA?

INTRODUCCIÓN INFORMACIÓN GENERAL ENTRADAS FASE I CÁLCULOS FASE I RESULTADO ...

## Anexo 2. Exámenes de laboratorio para caracterización del agua gris

Reporte N° 053

 **CORPORACION AUTONOMA REGIONAL DEL CAUCA**  
LABORATORIO AMBIENTAL

Código: FT-PDPA-LA027  
Fecha: 13/02/2013  
Versión: 3  
Página 1 de 1

**REPORTE DE RESULTADOS – MUESTRA DE AGUA**

Fecha: Marzo 1 de 2017. Solicitud N°: 041  
 Cliente: Rodrigo Alberto Alvarez  
 Dirección: Carrera 6 N° 26AN-31, Popayán Teléfono:  
 Municipio de muestreo: Piendamó Fecha de Recepción: Febrero 16 de 2017.  
 Fecha de Análisis: Febrero 16 a febrero 23.

Muestreo:

Plan de Muestreo N°	N/A
Fecha de Muestreo	N/A
Lugar de Muestreo	Tunía
Procedimiento de muestreo	N/A
Condiciones ambientales	N/A

Identificación de la muestra

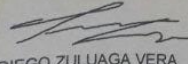
Código Muestra	Sitio de Muestreo
0111	Muestra de agua sin tratar

Resultados laboratorio:


Variable	Método	Unidad	Resultados
pH	SM 4500-H B	Unidad	3.94
Oxígeno disuelto	SM 4500-O G	mg/L	0.17
SST	SM 2540 D	mg/L	7328
DBO	SM 5210 B/SM 4500-OG	mg/L	636
DQO	SM 5220 D, modificado	mg/L	1016

Observaciones:


-Los resultados que se relacionan en este informe hacen referencia únicamente a las muestras analizadas.  
 -Este documento no puede ser reproducido parcial o totalmente sin la debida autorización del Laboratorio Ambiental.

  
**DIEGO ZULUAGA VERA**  
 Responsable Laboratorio Ambiental

Carrera 7 # 1N - 28 Edificio Edgar Negret Dueñas  
 Pbx: 8203232 fax: 092 - 8203251  
 Línea verde: 018000932855  
 www.crc.gov.co



### Anexo 3. Costo del proyecto (Bio filtro)



PERMISO DE VERTIMIENTOS

CODIGO: FSPV-POETAT

VERSION: 1

Base legal: Ley 99 de 1993, Decreto 1541 de 1978, Decreto 1594 de 1984, Decreto 3930 de 2010.

#### REQUISITOS (Artículo 42 del Decreto 3930 de 2010)

1. Nombre, dirección e identificación del solicitante, fotocopia de la cédula y razón social si se trata de una persona jurídica.

Persona natural  
 Persona Jurídica  
 Pública  
 Privada

Nombre o razón social AZAEI BETANCOURTH VIDAL Cédula N.º 76266017 Nit No 76266017-3  
 (Establecimiento de comercio: ALMIDONES DE OCCIDENTE)

2. Poder debidamente otorgado, cuando se actúe mediante apoderado.

3. Certificado de existencia y representación legal. (Si es persona jurídica).

4. Autorización del propietario o poseedor cuando el solicitante sea mero tenedor.

5. Certificado del Registrador de Instrumentos Públicos sobre propiedad del inmueble, o prueba idónea de la posesión o tenencia. (expedición no mayor a 3 meses)

6. Nombre y localización del predio, proyecto, obra o actividad.

Nombre del predio EL LIMON Área 20000 m<sup>2</sup> Urbano  Rural

Municipio Piendamó Corregimiento \_\_\_\_\_ Vereda La María Cédula Catastral No. 194580004000-  
 10355000

7. Costo del proyecto, obra o actividad. Resolución C.R.C No 1783 de Diciembre 13 de 2011.  
 (Los costos a presentar deben soportarse con presupuesto).

FASES DE CONSTRUCCIÓN Y OPERACIÓN	
I.- Costos de inversión: Incluye los costos correspondientes a:	(\$ ) VALOR
i) Valor del predio objeto del proyecto.	\$ 4.088.533,00
ii) Obras civiles (diseño y construcción). Adquisición ó alquiler de maquinaria y equipo	\$ 7.000.000,00
iii) Realizar los estudios y diseños:	\$ 700.000,00
iv) Ejecutar el Plan de Manejo (si aplica)	\$ 2.500.000,00
v) Otros bienes o inversiones que benefician económicamente al propietario.	\$ -
II.- Costos de operación: ( Comprende los costos requeridos para la administración, operación y mantenimiento durante la vida útil, hasta el desmantelamiento del proyecto, obra o actividad)	\$ 1.000.000,00
i) Mano de obra calificada y no calificada para la administración, operación y mantenimiento.	\$ 1.000.000,00
ii) Arrendamientos, alquileres, servicios públicos, seguros y otros gastos generados.	\$ 200.000,00
<b>VALOR TOTAL DEL PROYECTO, OBRA O ACTIVIDAD</b>	<b>\$ 16.488.533,00</b>

8. Nombre fuente de abastecimiento de agua Quebrada los Quingos Cuenca Rio Ovejas

9. Características de las actividades que generan el vertimiento. Doméstico  Industrial  Municipal

Localización puntos de descarga: Coordenadas X 7°43'47" Y 76°50'37"

