



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA DEL  
ECUADOR CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Diseño de Artículo Académico previo a la obtención del título de  
Ingeniería Industrial**

*Título: Estudio de factibilidad técnica y económica en la  
fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo  
de caña de azúcar.*

*(Title: Technical feasibility study and economy in the manufacture of  
blocks from the ash of sugarcane bagasse.)*

**Autor: Guillermo Peláez  
Director: Ing. Pedro Peña Montoya**

Guayaquil, Enero 2020

## CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR

Yo Guillermo Antonio Peláez Barriga con documento de identificación N° 0926038340, manifiesto mi voluntad y cedo a la Universidad Politécnica Salesiana la titularidad sobre los derechos patrimoniales en virtud de que soy autor del trabajo de grado intitulado: "Estudio de factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques ecológicos a partir de la ceniza del bagazo de caña", mismo que ha sido desarrollado para optar por el título de: Ingeniero Industrial, en la Universidad Politécnica Salesiana, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente.

En aplicación a lo determinado en la Ley de Propiedad Intelectual, en mi condición de autor me reservo los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia, suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Politécnica Salesiana.

(Firma)



.....

Nombre: Guillermo Antonio Peláez Barriga

Cédula: 0926038340

Fecha: Guayaquil, 23 de Enero de 2020

# ESTUDIO DE FACTIBILIDAD TÉCNICA Y ECONÓMICA EN LA FABRICACIÓN DE BLOQUES ECOLÓGICOS A PARTIR DE LA CENIZA DEL BAGAZO DE CAÑA

Pedro Peña-Montoya<sup>1</sup>, Guillermo Peláez-Barriga<sup>2</sup>,

*Resumen*—El presente estudio es fundamentado en la metodología y técnicas de comprobación aceptados por normas INEN en la construcción de adoquines a partir de la materia reciclada más los agregados, este permite ofrecer el mismo, con la seguridad de proteger el medio ambiente.

La producción eficiente y sostenible de la caña de azúcar permite descubrir nuevos campos de aplicación de los desechos, que antes se ignoraban y quemaban. Hoy en el entorno agroindustrial, se generan nuevas formas o subproductos.

El análisis científico relacionado al uso de ceniza de bagazo de caña de azúcar (CBCA) como materia reutilizable y aditivo para el cemento portland en la elaboración de bloques ecológicos de paredes divisoras interiores, constituye el valor agregado que de manera eficiente es parte del bienestar colectivo.

El ingenio Azucarero Valdez es generadora de tantos desechos, que técnicamente no ha podido reciclar los mismos.

Un cambio de estrategias RRR (recicla, reduce, reutiliza) garantiza la calidad y utilidad en el uso de materiales orgánicos **reciclados** de la generación de un nuevo producto en el uso de la mampostería ligera, que **reduce** la emisión de CO<sub>2</sub> dentro de las plantas cementeras, forjando estructuras versátiles y de fácil aplicación en obras..

Al **reutilizar** se fortalece el sector productivo de las comunidades que antes se vieron afectadas por la falta de interés de técnicos e industriales.

*Abstract*— The use of Methodology and verification techniques standards in the building material, accepted by INEN from recycled material bricks for plus aggregates (sand, cement). The study present is based on, this allow lowering costs protecting the environment.

The production of sugarcane efficient and sustainable, waste that was previous ignored and trashed. Makes it possible to discover new fields of application.

This makes it possible to discover new fields of application of waste with efficient and sustainable production of sugarcane, that were before ignored and burned

As a reusable and additive material for Portland Cement in the elaboration of ecological blocks of interior dividing walls, constituting the added value that is efficiently part of the collective well-being. The scientific analysis related to the use of sugarcane bagasse ash (ABS).

Hence the timely encounter of the resource allows the construction of blocks The sugar mill Valdez is the generator of so many damages, which technically has not been able to recycle them.

The use of recycled organic materials SBA the generation of a new product in the use of light masonry, which reduces the emission of CO<sub>2</sub> within the cement plants, guaranteeing the sustainability of the environment, central and unifying idea A change of RRR strategies ( recycles, reduces, reuses) guarantees quality and utility, forging versatile structures and easy application in works.

## I. INTRODUCCIÓN

El proceso continuo en la producción de materiales ecológicos, que respetan el medio ambiente y ahorran energía, es un campo de investigación que en la actualidad dentro de los procesos industriales en el Ecuador es poco explorado y explotado [1]. Además, debido a las regulaciones ambientales, la demanda de materiales que reemplacen a los tradicionales (cemento, arcilla, etc.) de construcción está en aumento [2].

El uso de bloques con aditivos naturales tiene su origen en las construcciones de las civilizaciones antiguas que ayudaron a crear grandes naciones [3]. Los animales constructores en la fabricación de sus nidos y guaridas utilizan materiales sorprendentes, ideas adoptadas por los antiguos nativos [4].

El Ecuador como país agrícola ha encontrado en los desechos de caña de azúcar un gran recurso para la producción de respuestas ecológicas [5], es el caso de del proyecto eléctrico del Ingenio Valdez (biocombustibles) que a partir del año 2006 planteó aumentar la capacidad de 6 mega voltios a 28,5 Mw impulsada por la biomasa del bagazo (fibra sin jugo) de la caña de azúcar [6]. Este proceso ha creado un nuevo dilema dentro de la planta, debido a la gran generación de cenizas (CBCA) que sale del fondo de los calderos [7].

El CBCA contiene propiedades puzolánicas ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{F}_2\text{O}_3$ ) producto de la incineración a grandes temperaturas mayores a ( $700^\circ\text{C}$ ) del desecho orgánico, permite reemplazar al cemento portland que usualmente se manejaba en las construcciones por el material orgánico que es de fácil acceso y costo [8] generando una respuesta ambiental no solo a nivel nacional. La construcción y aplicación de estos adoquines permite reducir el impacto que generan los procesos de construcción para disminuir, conservar y mantener un bastimento sostenible superando las expectativas económicas y el reto ambiental.

Mediante la aplicación de este método aceptado por normas ecuatorianas de construcción en la elaboración de bloques huecos de hormigón a partir de la materia reciclada (ceniza de bagazo de caña) más los agregados (Arena, cemento y ceniza) para ofrecer bloques divisores de paredes interiores a partir del bagazo de caña de azúcar a bajo costo con la seguridad de ser una respuesta ambiental [9]. De forma eficiente y sostenible que permita descubrir un nuevo campo de aplicación industrial de los desechos que antes se ignoraban y quemaban en el entorno agroindustrial [10]. Con la caña de azúcar nada se pierde y todo se valora [11].

Principal objetivo es de este artículo relacionado al uso de ceniza del bagazo de caña de azúcar, es buscar una alternativa ecológica en la emisión de  $\text{CO}_2$  que se producen en las cementeras, el contribuir a la cimentación sostenible y eficiente de bloques, utilizando normas ecuatorianas de construcción que permita construir de forma técnica y económicamente factible un material que contribuya no solo protección del medio ambiente y la atmósfera [12]. Al ser un material puzolánico contiene ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{F}_2\text{O}_3$ ) que partir de este se producida históricamente el cemento, desde la antigüedad romana hasta la invención del cemento portland en el siglo XIX hoy en día el cemento puzolánico es considerado

un eco material [11,13] también un hogar confortable a fin de garantizar una mejor calidad de vida [13]. La demanda del desecho industrial dependerá de sus múltiples usos en el buen vivir, así como en el mejoramiento de la calidad de vida del ecuatoriano y de las fuentes de trabajo que produzca el mismo sector industrial. Todo esfuerzo para evitar los impactos y los costos de millones de toneladas que se generaran en la dosificación del ladrillo ecológico.

## II. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El incremento de los desechos orgánicos industriales hoy es requerido para diferentes procesos cuya demanda es amplia en el sector de salud, vivienda, investigaciones varias y no solo para el buen vivir, siendo este el principal objetivo. El manejo de los productos derivados contribuye creciente de productos que dependen de su uso para la satisfacción del buen vivir, calidad de vida de la comunidad ecuatoriana la cual a su vez necesita de fuentes de trabajos.

En la actualidad, el mundo ahora se enfrenta a varios problemas ambientales que continúan el daño de tierras que están poniendo en peligro la producción de recursos naturales. Los efectos de gas invernadero que ha producido por las emisiones de dióxido de carbono, se predice que van a de aumentar a 40 billones de toneladas en el año 2030, si no se realiza un tremendo esfuerzo para mitigarlo. La industria de la construcción resultó de gran impacto sobre el medio ambiente y la consideración de la construcción sostenible se convierte en un programa top a nivel mundial. [14].

En la industria de la fundición, millones de toneladas de materiales, son perdidas en todo el mundo, más allá del 70% del estado de los materiales que se pierden, consiste en arenas. Por lo tanto, inútiles moldes de arena se consideran el problema más importante en las fundiciones [15].

Básicamente el inconveniente que tienen los ingenios azucareros es la gran cantidad de desechos orgánicos que se van acumulando dentro de la planta lo cual no representan ningún ingreso para esta empresa, a su vez genera gastos de transportación al trasladar la ceniza de bagazo de caña a lugares exteriores del cantón milagro, esto crea impacto ambiental debido a que contamina el ambiente y crea enfermedades humanas.

Realizar el estudio de factibilidad técnica y económica en la fabricación de bloques a partir de la ceniza del bagazo de caña de azúcar, tratando de reducir el impacto ambiental que éste genera en los exteriores de la ciudad de Milagro (Ver Figura 1).



Fig. 1. Acumulación de CBCA dentro de la planta

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

El material principal con el que se elaboran los bloques es la ceniza de bagazo de caña de azúcar extraída de la zafra del ingenio Valdez, este proceso produjo 108.207 toneladas de CBCA producto de la generación de energía calórica que se depositan en el fondo de los calderos. Cenizas que se obtienen después del proceso de generación de energía termoeléctrica, elemento base para la creación de bloques de mampostería que serán parte de la estructura de la vivienda moderna.

El bloque hueco de hormigón para paredes divisoras internas es diseñado en función a la norma INEN 638 y para analizar las muestras de ensayo cuya resistencia a la compresión, absorción y densidad del bloque se ajustará a la norma INEN 639. Con parámetros que influyen de forma directa en la rigidez y edificación de los bloques.

Se ejecutaron 4 tipos de muestreos, en estos se utilizaron diferentes dosificaciones de agregados, que tuvieron como objeto encontrar la combinación más factible a las normas ecuatorianas de construcción, a las exigencias de costo y calidad.

#### A. Diseño del bloque.

El cemento puzolánico mejora las propiedades del bloque a partir de una mezcla fina de CBCA con el cemento y los otros agregados, las ventajas que ofrece en la construcción del adoquín son las que se detallan continuación:

- Mayor durabilidad del cemento.
- Mejora la resistencia frente al agua del mar.
- Mejor defensa ante el sulfato y cloruros.
- Disminución del calor de Hidratación
- Menor necesidad de agua

La norma INEN 638 establece las definiciones, clasificación y condiciones del uso de los bloques huecos de hormigón. Los bloques que se procederán a elaborar serán tipo D, para paredes divisoras de interiores sin revestimiento, de tipo liviano menor de 105 lb/ft<sup>3</sup> en paredes divisoras internas. Las dimensiones seleccionadas para el diseño del bloque en este tipo de homogenización serán (20 x 10 x 40) dividido en 7 etapas:

1. Recolección de Materia Prima.
2. Mezclado.
3. Dosificación.
4. Moldeado.
5. Secado al ambiente 24h.
6. Fraguado bajo agua.
7. Control de calidad a los 7 y 28 días.

#### B. Elaboración de prototipo.

El uso de ladrillos ecológicos para aplicaciones de construcción es debatible por diferentes razones. Una de ellos es que al ser manejado por personal no calificado (artesanos) variaban mucho en las propiedades físicas y mecánicas de los bloques.

Este proceso técnico, puede reducirse significativamente capacitando al personal operativo, monitoreando de manera constante la calidad, resistencia y durabilidad de los bloques en fabricación.

Al momento de realizar el prototipo se toma como referencia la norma ASTM 638 sobre el correcto uso de materiales puzolánicos de CBCA (ceniza de bagazo de caña) en la que establece que el nivel de los elementos AlO<sub>3</sub>, SiO<sub>2</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> mayor al 50% de los componentes de la materia prima.

La tabla I muestra la composición química de la ceniza de bagazo de caña de azúcar.

TABLA I  
PROPIEDADES QUÍMICAS DE LA CENIZA DEL BAGAZO (CBCA).

Comp. Químico	(% En peso de ceniza)
SiO <sub>2</sub>	20,55
Na <sub>2</sub> O	1,21
MgO	5,12
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,91
PO <sub>4</sub>	2,2
K <sub>2</sub> O	7,88
CaO	5,61
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	19,94
Mn <sub>2</sub> O <sub>7</sub>	0,17
SO <sub>4</sub>	0,01
Otros	18,4
Total	100

La clasificación de arena, cemento y bagazo utilizado en la materia prima con un total de 4 muestras de 12 ladrillos c/u, permite determinar la mejor respuesta de las pruebas en resistencia, densidad y absorción de los bloques. Se busca la proporción más adecuada que cumpla con lo que determina las normas ecuatorianas de construcción para bloques huecos de hormigón.

Los métodos utilizados en las proporciones de materia prima en las diferentes muestras, deben garantizar las propiedades físicas y mecánicas de los bloques ajustadas a las normas INEN 639.

Se procede a elaborar manualmente el molde de madera con un espesor 2,5 cm en la separación de las aberturas interiores, se procedió a realizar las mezclas y se coloca de manera cuidadosa el hormigón dentro del molde, una vez fusionado se coloca una tira y se lo deja secar a los 30 minutos se proceden a retirar las paredes interiores del molde (Ver figura 2).



Fig. 2. Molde de prototipo.

Las diferentes dosificaciones entraron en un período de secado de 24 h, después se procedió a quitar las paredes exteriores. Luego de haber sido formado, las piezas de prueba fueron sometidas a operaciones de fraguado de este prototipo.

### C. Propiedades físicas

La relación agua cemento (A/C) también conocida como pasta cementicia, es uno de los parámetros más importantes de la tecnología del hormigón que influye considerablemente en la resistencia del bloque. Si el nivel del agua es bajo el hormigón será más resistente, debe ser de 0,40 hasta 0,60 la relación A/C, debido a que esto influye en la hidratación de las partículas. Un exceso de agua puede originar una sobresaturación alterándose de esta manera la densidad y resistencia del prototipo.

Las muestras de prueba (MP) que indica la figura 3, analizan los porcentajes de agregado, arena y agua utilizados en las pruebas con respecto al cemento.

Estas cuatro dosificaciones varían según la proporción materia prima cemento, agua, arena y bagazo. Con el propósito de encontrar la más adecuada que cumpla con los requisitos de las normas antes mencionadas y producir de este bloque de manera industrial.

Se procede a evaluar los bloques según el nivel de gramos agregados en la mezcla.

La primera mezcla se elaboró con la cantidad de 2.000g de Cemento, la cantidad de agregado (78% de la cantidad del cemento), 2.600g representa la cantidad de bagazo, para lograr la homogeneidad se agregó 1.300g en cantidad de agua, relación A/C es de 55%.

Para el segundo muestreo se consideró aumentar el cemento a 2.500g, el nivel de agregado es de 1.700g (68%), se mantiene la proporción de bagazo 2.070g (83%), se disminuye la proporción de agua en 990g, relación A/C de 40%.

En la tercera muestra se procedió a con un porcentaje de 2.250g de cemento, 1.600g de agregado (71%), se disminuyó el nivel de bagazo a 2.320g (103%) y 1090g de agua, relación A/C de 48%.

La última muestra tiene una proporción de 2.250g de cemento, 1.950g de agregado (87%), 2.120g de bagazo (94%), se agregó 940g en cantidad de agua, relación A/C de 42%.

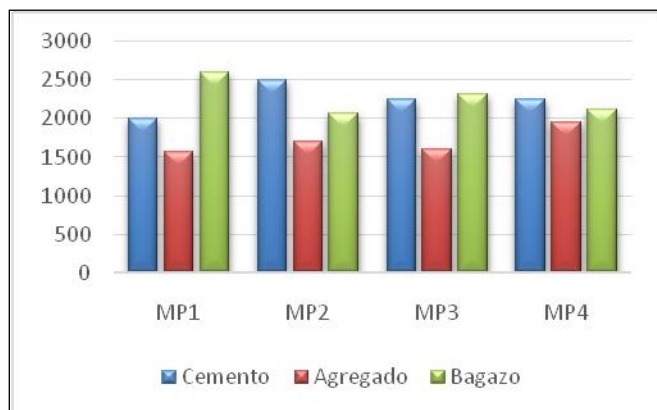


Fig.3. Proporción de Mezclas.

Absorción es la propiedad de algún cuerpo para asimilar algo, el nivel de agua afecta la durabilidad de unidad y mampostería de estas muestras. La figura 4 presenta diferentes estados de absorción del hormigón. Si la dosificación tiene unidad de absorción alta, la unidad puede presentar cambios volumétricos o permeabilidad a la penetración alta a la penetración del agua y puede causar decoloraciones. El ensayo trata de obtener la masa sumergida durante 24 horas de inmersión y restarle a la masa en seco.

El recipiente seleccionado permitió tener una buena resolución del agua desplazada cuando se sumergieron los ladrillos.

$$\%W = \frac{W_{ss} - W_s}{W_s} * 100 \quad (1)$$

La MP1 tiene una proporción de A/C de 55% esto incide en que la absorción del bloque tenga un valor de 19 lb/ft<sup>3</sup>. El componente cemento es mayor en MP2 contiene 2.500g con un nivel de absorción de 17 lb/ft<sup>3</sup>. El MP3 sujeta una proporción de bagazo de 83% en relación al cemento con un valor de 20 lb/ft<sup>3</sup> con respecto a las otras muestras. La MP4 presenta mayor proporción de agregado en relación a las otras muestras con un nivel de 16 lb/ft<sup>3</sup>.

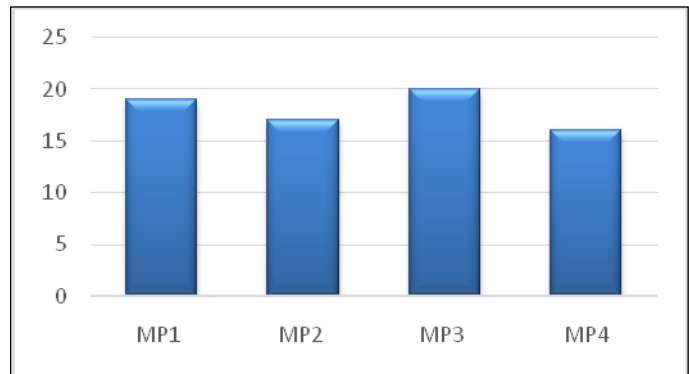


Fig.4. Nivel de absorción

Las densidades de los ladrillos ecológicos se determinaron estimando la relación entre la masa y el volumen de cada muestra. La masa de los ladrillos ecológicos se determinó usando una escala. El volumen de bloque ecológico se estimó siguiendo el principio de Arquímedes. Los prototipos ecológicos se sumergieron en agua a temperatura ambiente (25°C) usando un recipiente cilíndrico con capacidad para 5 litros aproximadamente (150 mm de diámetro y 300 mm de largo).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (2)$$

Como requisito, la densidad el bloque no debe ser mayor a 105 lb/ft<sup>3</sup>. Se muestran los valores en la figura 5 obtenidos en las pruebas de las 4 muestras.

La densidad seca de los hormigones se calculó usando la fórmula de masa sobre volumen de estos, todas las muestras obtenidas tuvieron un promedio entre 80 y 100 lb/ft<sup>3</sup>, cumpliendo los parámetros requeridos por las normas INEN

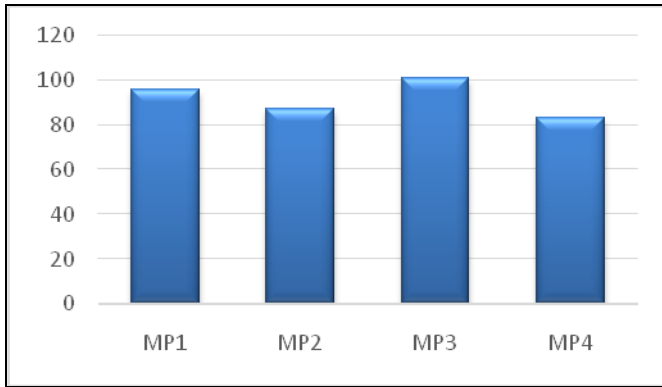


Fig.5. Nivel de densidad en las muestras

#### D. Propiedades Mecánicas

El agregado ligero fue elaborado con arena natural la evaluación aplicada en las cuatro dosificaciones varían según la proporción de material agregado dentro de las diferentes dosificaciones de materias el peso en kg de las 4 muestras de bloques en seco, todos los valores son referentes a los 28 días de edad. El peso por unidad de área de los bloques de CBCA se calculó dividiendo el peso de las muestras sobre el área promedio. (Ver Tabla II)

TABLA II.  
PESO DE BLOQUES (Kg).

Edad	MP1	MP2	MP3	MP4
28 días	6,55	6,52	6,94	6,45

La muestra de la prueba 1 pesa 6,55 kg, la MP3 tiene peso de 6,94 debido a que contienen mayor CBCA, estos valores son con el bloque seco.

Al momento de realizar los ensayos se utilizó una maquina ELE Internacional de 1000 psi.

Las propiedades Mecánicas del bloque, al momento de realizar los ensayos de resistencia a la compresión del bloque indicado en la tabla III evaluado en proporción al agregado de ceniza de bagazo de caña, esta homogenización de los bloques debe resistir un mínimo de 3,5 MPa, el definido por la Norma INEN 639 de especificación estándar para las unidades de Mampostería sin carga.

Se realizaron 4 tipos de muestras con diferentes dosificaciones en la cuales variaron las proporciones de los agregados, se rompieron a los 7 y 28 días de fraguado.

TABLA. III  
ENSAYO DE COMPRESION (MPa).

Edad	MP1	MP2	MP3	MP4
7 días	1,95	3,24	2,18	2,19
28 días	2,84	5,014	3,37	3,80

Según los resultados de las pruebas la MP2 y MP4 se cumple con los requisitos de densidad y absorción.

#### E. Análisis de pruebas

La manera de encontrar un funcionamiento apropiado en la elaboración de bloques ecológicos y que mayor beneficio presenta es el uso de mampostería liviana, el peso seco de los bloques convencionales es mayor al de los bloques fabricados con bagazo. Se deduce que a mayor edad los bloques aumentan su resistencia mecánica.

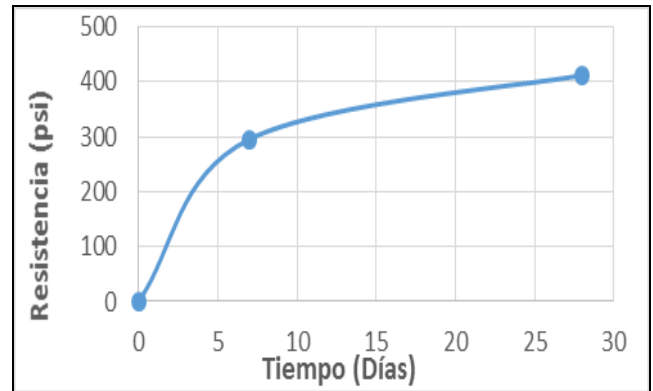


Fig.6.1. Resistencia a la compresión d MP1

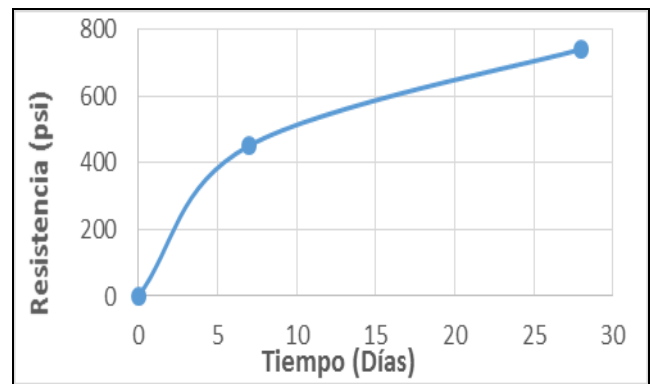


Fig.6.2. Resistencia a la compresión de MP2

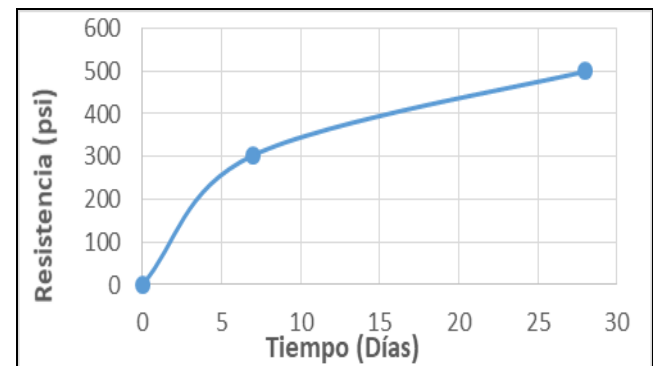


Fig.6.3. Resistencia a la compresión de MP3

La muestra de la prueba 4 es la más conveniente en cuanto a costos, es la que se utilizará en la elaboración del prototipo y cumple con todos los requisitos de las normas INEN 639 de pruebas de muestreo.

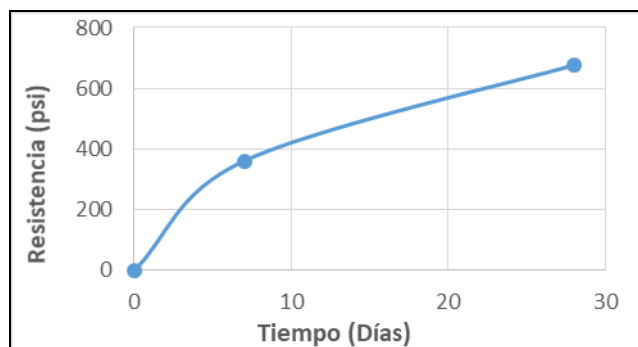


Fig.6.4. Resistencia a la compresión de MP4

#### IV. ESTUDIO DE MERCADO

Todo emprendimiento tiene la obligación de acercarse al consumidor, a partir de ello se crea la mercadotécnica que consiste en unir todas las actividades que logran conocer las necesidades y deseos de las personas. Una vez conocido esto, se identifica que es lo que requiere el consumidor y como se puede promover y posteriormente proveer el bien o servicio. Planear, organizar, analizar los sectores en donde se desarrollan fuerzas de intercambio productivas con alta demanda del producto especificado y que supla las necesidades acción del cliente.

Dentro del mercado interno se conocen dos tipos de bloques de construcción, de ahí parte la idea de producir bloques de CBCA para cumplir con la oferta y la demanda de tipo artesanal para paredes divisoras internas, uno es de tipo liviano o piedra pómez el cual tiene un costo igual de \$0,25 y el bloque de liviano de hormigón con un costo de \$0,39 [16].

Debido a esta variación de precios se comprueba la factibilidad de introducir este producto dentro del mercado dirigido en el diseño de alternativa ecológica en la construcción de oficinas y viviendas.

Para analizar las ventajas de competencia del proyecto se ejecuta el siguiente estudio.

#### V. MERCADEO

##### A. Análisis Foda

###### 1. Fortalezas

- Aditivo orgánico artificial.
- Residuo Orgánico reutilizado.
- Bloque ligero, de fácil traslado.
- Fácil acceso a materia prima.
- Resistente y de larga durabilidad.

###### 2. Oportunidades

- Existencia de Mano de Obra rural.
- Estudios tecnológicos.
- Introducir producto ecológico poco explotado

###### 3. Debilidades

- Desconocimiento del uso de residuos orgánicos.
- Infraestructura.

###### 4. Amenazas

- Cambios socio-económicos en el país.
- Variaciones políticas en empresas azucareras.
- Competencia en aumento.

##### B. Ubicación

Para definir el lugar indicado de fabricación de bloques; se evaluó las necesidades de adquisición de costos variables (MO, CIF, MP), la ubicación más apropiada es la ciudad de milagro, debido a que el costo del transporte es más económico que en lugares más apartados como el cantón Yaguachi o el cantón Durán.

##### C. Microsegmentación

El desecho de ceniza de bagazo producto de la incineración de calderos a 800°C.

Localización:	Ciudad de Milagro.
Tipo de cliente:	Constructoras, Empresas o particular.
Sector:	Mampostería Liviana.
Actividad:	Producción, distribución y servicio.
Tamaño:	Mediano-Grande.
Volumen:	800 cm <sup>3</sup> .
Tipos de Material:	Puzolana artificial

##### D. Posicionamiento

Mantener una idea en el pensamiento de nuestros clientes que interpreten nuestra imagen de la siguiente manera:

- Satisfacer las necesidades de los clientes.
- Crear un ambiente de confort, acorde a las necesidades del cliente.
- Uso de material ecológico en procesos de producción.
- No contamina el medio ambiente.
- Salvaguardar el planeta para las futuras generaciones.

##### E. Marketing Mix

- Producto. Ladrillos ecológicos para mampostería liviana.
- Precio. Oscilan entre los \$0,31 generando un porcentaje menor al del mercado cuyo costo promedio es de \$0,39.
- Plaza. Mercado destinado a Empresas constructoras, Viviendas, Hoteles, Restaurantes en la región.
- Promoción. Según la curva oferta demanda de los costos variables y fijos variará el costo de venta de los bloques.

##### F. Balance Técnico Administrativo

Al momento de ejecutar la elaboración de este proyecto se requiere del siguiente personal detallado en la tabla IV, incluye personal técnico que encargara de desarrollar las diferentes actividades de manipulación de operadores.



TABLA. IV  
BALANCE DEL PERSONAL TECNICO Y ADMINISTRATIVO.

Perfil	MOD	N. de Personas
Jefe de Producción	Administrativo	1
Contador	Administrativo	1
Técnicos	Operativo	5
Total de Personal de Mano de Obra Directa		7

### G. Balance de Maquinaria y Equipo

En la tabla V se muestran los costos de maquinarias y equipos, que se utilizarán al momento que se efectúen los diferentes actos, dentro de la fabricación de bloques ecológicos.

TABLA. V  
PRESUPUESTO MAQUINARIA Y EQUIPO.

Equipos	Valor Total
Transporte	\$10.000
Ladrillera automática	\$25.000
Montacargadoras	\$15.000
Herramienta menor	\$1.000
Total del presupuesto de Maquinaria y Equipo	\$46.000

## VI. PRODUCCIÓN

Se comprueba que existe una oportunidad de negocio en la incursión de un tipo de bloque ecológico de menor costo y resistente, para la necesidad de los habitantes, brindando una alta calidad en resistencia y servicio seguro, además atraerá inversión interna y extranjera, generando ingresos para muchas personas.

La tabla VI detalla los costos y ventas de producción, este se necesita como inicio de la fabricación de bloques y el bien económico que estos generan, según la cantidad de bloques vendidos.

El análisis financiero consiste en determinar si es factible la producción de bloques ecológicos, para esto se consideró básicamente costos fijos (Cemento, Arena, CBCA) y costos variables (Mano de obra directa), con el propósito de conocer el balance de volumen de ventas, generados a partir de la ejecución del prototipo. Es necesario adquirir 142 ton de cemento; 120,48 ton de agregado; 71,30 ton de bagazo para empezar el desarrollo del proyecto con 206.295 bloques.

TABLA. VI  
COSTOS DE OPERACIÓN.

	Datos de producción			
Q Ventas (u)	206.295	245.588	574.678	820.266
Ventas	\$ 63.705	\$ 75.838	\$ 177.462	\$ 253.300
Costo Variable	\$ 11.467	\$ 13.651	\$ 31.943	\$ 45.594
Costo Fijo	\$ 52.238	\$ 52.238	\$ 52.238	\$ 52.238
Costo Total	\$ 63.705	\$ 65.889	\$ 84.181	\$ 97.832
Beneficio	\$ 0	\$ 9.950	\$ 93.281	\$ 155.469

### A. Costo Unitario

El costo de los ladrillos fue calculado por medio de la proporción de gramos utilizados en la composición de los bloques, esto es determinado según la materia prima a utilizar, dando un costo unitario de \$0,21 en la fabricación de los bloques. El costo de venta para mantener la sostenibilidad de la empresa y generar ingresos es de \$0,31.

### B. Punto de Equilibrio

El punto de equilibrio hace referencia al costo fijo en comparación con el costo variable, determinando el nivel de producción y ventas es para ello necesario originar 206.295 unidades, el mismo que genere un margen de venta de \$63.705 unidades dentro del primer año para que no existan pérdidas en el primer año.

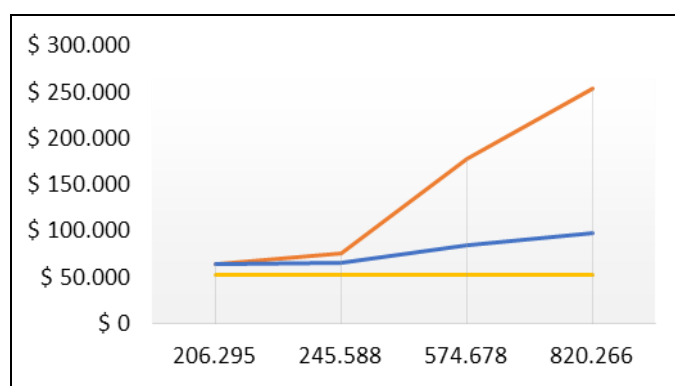


Fig.6. Ventas-Unidades Producidas

### C. Inversión Inicial

La inversión inicial es todo desembolso (egresos) que se realiza para la ejecución de un proyecto. Para calcular el capital de trabajo en la realización de este proceso es necesario visualizar con claridad los costos que significa construir los bloques y los gastos que se deriven de él. Para esto se aplicará el método del déficit acumulado, valorando el ingreso mensual que incluye la producción y venta de estos, asumiendo que los primeros meses se generan pocas ventas debido a las diferentes operaciones que permiten colocarlos en el mercado nacional durante el primer año.

Calculados mensualmente, los egresos e ingresos se obtendrán los saldos acumulados por mes, se escoge aquel que registre el mayor déficit entre estos.

Para financiar este proyecto se recurrirá a un préstamo inicial a través del banco de fomento por \$56.000 destinado a la compra de activos fijos (transporte, maquinaria) a una tasa de interés anual de 9,5% en el cual se otorga un año de gracia. Además de \$27.000 otorgado por inversionistas para la compra de materia prima, sueldos, salarios en el primer año y gastos de constitución.

### D. Evaluación del proyecto

La tasa interna de retorno, establece el flujo en el que la inversión genera una función de producción y ventas de ingresos en razón al capital que se fija para la elaboración de

los bloques con un valor de 85,02% indicando que la inversión es aceptable, recuperable al tercer año de producción.

El VAN de este proyecto se calculó planeando los costos e ingresos dentro de los primeros 5 años concibiendo un valor positivo de \$665.49 que muestra ser aceptable para la ejecución del proyecto de bloques de ceniza de bagazo.

## VII. CONCLUSIÓN

La acumulación de CBCA no representa para los ingenios ninguna utilidad, de ahí que son trasladados como desechos al exterior en terrenos baldíos del cantón milagro, este genera contaminación ambiental debido a la composición química.

En esta investigación, el material de CBCA contiene propiedades puzolánicas que funciona como aditivo para el cemento Portland en la elaboración de paredes divisoras internas, conforme a la norma INEN 638 y 639 para bloques huecos de hormigón. El uso de ceniza bagazo de caña de azúcar reciclada fue sometido a pruebas, luego de analizar las cuatro dosificaciones con diferentes proporciones de agregados, en la que se aplicó diferentes reglas de Resistencia, absorción y densidad apropiadas para el proyecto ecológico emprendido, se verifica que la más apropiada es la MP4. No fue necesario someter los bloques a pruebas de cocción para alcanzar mayor rigidez porque los elementos químicos de la ceniza puzolánica ( $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) y los del cemento portland, le permiten garantizar la calidad del bloque, produciendo un importante ahorro energético  $\text{CO}_2$  y ambiental, ya que a los 28 días de fraguado se presentan los bloques compactos tratándose de un residuo que reúne las condiciones necesarias para ser un aditivo en el cemento portland.

En comparación a los productos similares en nuestro medio el costo del ladrillo ecológico es \$0,08 menor.

El efecto en el campo social y económico es a corto plazo porque generará empleo tanto en la zona urbana como la rural. Beneficiándose una gran cantidad de personas en la población, que requieren viviendas y material de ornato.

## VIII. REFERENCIAS

- [1] V. Vytlačilova\*, Ensayo de aptitud ecológica para el uso de áridos reciclados, Republica checa: scopus, 2016.
- [2] N. I. "Mohamad Nidzam Rahmat, Las propiedades de ingeniería a largo plazo de los bloques de construcción sin cemento contienen gran volumen de ceniza de madera y cenizas volantes de carbón, Malasia: Science Direct, 2016.
- [3] F. L. G. C. L.-C. P. P. S. R. "Jesús Suárez González, «Influencia de los agregados de ladrillos reciclados sobre las propiedades del hormigón estructural para vigas prefabricadas pretensad.» *Science Direct*, 2017.
- [4] H. F. X. Z. a. J. Wei Huang, «Análisis de la respuesta sísmica en la estructura de la pared de análisis eco-composite en-lleño de diferentes materiales,» *Springer Open*, 2014.
- [5] D. E. N. C. F. A. C. M. L. Martínez, «Utilización de bagazo de la industria cervercera para la producción de ladrillos para construcción,» *Scopus*, 2012.
- [6] A. Ertug, «Nuevos compuestos de residuos de cenizas de carbón para la construcción sostenible,» *Science Direct*, 2016.
- [7] A. Z. S. R. G. P. K. D. H. Marcelo Dal Bó, «Incremento de resistencia mecánica en materialesde gres porcelánico a partir de tratamiento químicode intercambio iónico,» *Science Direct*.
- [8] J. d. B. R. D. R.V. Silva, «Propiedades y composición de áridos reciclados de residuos de construcción y demolición adecuados para la producción de hormigón,» *Science Direct*, 2014.
- [9] Z. I. Jannatun Naemah Ismam, «Modelo de implementación estratégica de manejo sostenible de residuos de construcción,» *Scopus*, 2014.
- [10] J. d. B. R.V. Silvaa, «La influencia del uso de materiales reciclados,» *Cross Mark*, 2014.
- [11] C. Freidin, «Bloques prensados sin cemento de productos de desecho,» *Science Direct*, 2007.
- [12] B. C. Hurtado, «"una evaluación de las cenizas de fondo a partir de biomasa vegetal como reemplazo del cemento en bloques de construcción,» *FUEL*, 2014.
- [13] R. R. M. S. Rauta, «Utilización de residuos de papel reciclado y cenizas de cáscara de arroz en la producción de ladrillos de peso ligero,» *Science Direct*, 2013.
- [14] S. M. S. Kazmia, «Thermal performance enhancement of eco-friendly bricksincorporating agro-wastes,» *ScienceDirect*, vol. Energy and buildings, n° 158, p. 13, 2017.
- [15] Z. Zhang, «A review of studies on bricks using alternative materials and approaches,» *ScienceDirect*, vol. Construction and Building Materials, n° 188, p. 18, 2018.
- [16] S. A. F. G. M. M. P. M. María Fernanda Borbor Macías, «Creación de una Fábrica de Bloques en la Ciudad de Guayaquil,» *ESPOL*, p. 8, 2019.