



## SIMPOSIO INTERNACIONAL DE INDUSTRIA Y ENERGÍA

### Diseño de una máquina cribadora para procesamiento de arcilla para la planta de cemento LC2

#### *A screening machine design for clay processing for LC2 cement plant*

Autores:

- 1- Leonardo Panadés Barrueta, Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Email: [lpanades@uclv.cu](mailto:lpanades@uclv.cu)
- 2- Feliberto Fernández Castañeda. Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, Cuba. Email: [felifc@uclv.edu.cu](mailto:felifc@uclv.edu.cu)

#### **Resumen**

En el presente trabajo se expone el diseño y modelado computacional de una criba vibratoria para el procesamiento de arcilla triturada para la producción del cemento LC2 desarrollado en la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas, lo cual forma parte de un proyecto conjunto de la UCLV, la Empresa Planta Mecánica de Santa Clara y la Empresa Geominera del Centro. Se realiza un diseño conceptual basado en los requisitos necesarios existentes adaptado a las necesidades y requerimientos exigidos de la planta hasta llegar al diseño de cada una de las partes de los sistemas fundamentales. Se establecieron como parámetros de diseño una capacidad de 2 t/h y granulometría a la salida de 10 mm que facilite el proceso de calcinación posterior. Por ello se decidió diseñar una criba de vibración circular. La modelación de la máquina en 3D y la elaboración de la documentación técnica se realizó empleando el diseño automatizado, mediante el software CAD SolidWorks, versión 2017.

**Palabras clave:** Criba vibratoria, Diseño mecánico, SolidWorks, Cemento LC2.

#### **Abstract**

In the present work is exposed the design and computational modeling of a vibrating screen for the processing of crushed clay for the production of cement LC2 developed at the Central University "Marta Abreu" of Las Villas, which is part of a joint project from the UCLV, the Santa Clara Mechanical Plant Company and the Centro Geominera Company. It is made a conceptually design based on the existing necessary requirements adapted to the needs and requirements demanded of the plant until



reaching the design of each of the parts of the fundamental systems. A capacity of 2 t / h and a granulometry at the outlet of 10 mm were established as design parameters to facilitate the subsequent calcination process. Therefore, it was decided to design a circular vibration screen. The modeling of the machine in 3D and the elaboration of the technical documentation was carried out using automated design, using SolidWorks CAD software, version 2017.

**Keywords:** Vibrating screen, Mechanics design, SolidWorks, LC2 cement.

## 1. Introducción

### 1.1. Situación problemática

La demanda de materiales de construcción se incrementa aceleradamente en el mundo debido a las necesidades económicas, industriales y sociales.

En la producción de cemento, el consumo energético, la gestión ambiental y el desarrollo sostenible son temas principales en los últimos años, la conciencia colectiva va en aumento con respecto a los problemas potenciales que genera el crecimiento de la industria de la construcción en el deterioro del medio ambiente. Por consiguiente, muchos países trabajan en dar solución a esta problemática, aumentar la necesaria producción de cemento y disminuir la contaminación.

En este sentido la industria cementera en Cuba, ante su insuficiente desarrollo industrial, traza estrategias en busca de economizar el combustible tradicional y minimizar los efectos que provoca al medio ambiente la producción del cemento, para ello el país desarrolla diversos estudios en aras de producir nuevos cementos (Pérez, 2013).

En el caso específico de Cuba, los cambios en la economía cubana provocan un incremento significativo de la demanda de cemento que la capacidad productiva actual de la industria de cemento no puede abastecer. Lo cual provoca un déficit de cemento en el país, que repercuten en los proyectos de inversiones industriales y los programas de construcción de viviendas previstos.

En esta problemática, de no existir alternativas tendría que ser importado a altos costos, para lo cual Cuba no cuenta tampoco con el financiamiento para ello para suplir todas las necesidades y demandas.

Por tanto, la industria cubana de materiales de la construcción realiza inminentes esfuerzos encaminados a la producción de materiales de bajo costo con los parámetros



**III Convención Científica Internacional UCLV 2021**  
**Ciencia, Tecnología y Sociedad.**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**

técnicos y tecnológicos requeridos para la construcción. Para ello se necesita diseñar y construir una planta para la fabricación de cemento para una capacidad de 20ton, en la cual participan las facultades de Construcciones y de Mecánica e Industrial, de la UCLV y la Empresa Planta Mecánica de Santa Clara.

Una solución alternativa surgió con los resultados obtenidos con el cemento de bajo carbono, denominado LC2, el cual contiene menos clínker que constituye el elemento más contaminante en las composiciones comunes. Además, utiliza menos consumo de combustible en su elaboración. Por tanto, se reducen las emisiones de CO<sub>2</sub> hasta en un 30 % (Cubadebate, 2021). Este nuevo tipo de cemento fue desarrollado por el Centro de Investigaciones y Desarrollo de Estructuras y Materiales (CIDEM) de la Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas y se pretende producir a escala industrial, a partir de la experiencia de la Planta Experimental para la producción de cemento existente en la UCLV.

Con vistas a la fabricación de este tipo de material de construcción se ejecuta un proyecto conjunto de la UCLV, la Empresa Planta Mecánica de Santa Clara y la Geominera del Centro, así como otras empresas de varios territorios, para el desarrollo de varias plantas productoras de este tipo de cemento, lo cual constituye una vía más económica y ecológica y un aporte indiscutible para contribuir al programa nacional de la vivienda.

El presente trabajo brinda un pequeño aporte en ese sentido. En esencia está relacionado con el área de preparación de la arcilla y los equipos empleados para el proceso de preparación (Trituración primaria de la arcilla), la recepción y suministro del material a procesar en para la planta de producción de cemento de bajo carbono. En específico aborda el diseño de una **máquina cribadora** (criba vibratoria) para procesar la arcilla que es uno de los componentes fundamentales del cemento LC2.

La arcilla se puede encontrar de manera abundante y en ocasiones como desperdicio de otros procesos dentro de la actividad minera. Para la elaboración de este nuevo tipo de cemento, la arcilla debe de ser previamente sometida a un proceso de preparación antes de ser calcinada. En el cual se requiere desmenuzar su tamaño mediante la utilización de un molino, posteriormente la selección y clasificación del material para garantizar un tamaño adecuado a la entrada al horno calcinador, para lo cual se puede emplear una **máquina cribadora**.



Por todo lo anterior, surgió la necesidad de diseñar una zaranda mecánica para el cribado de la arcilla a la salida del desmenuzador primario, que cumpliera con los requerimientos técnicos de la Planta de Cemento LC2 a proyectar.

## **1.2. Máquinas cribadoras y sus características**

Las máquinas cribadoras, también conocidas como zarandas, son empleadas dentro de un gran número procesos productivos, como son el procesamiento de granos en la industria alimentaria y de materiales de la construcción. Estas constituyen un sistema de filtrado por mallas de diferente grosor que permiten, mediante sus secciones, el proceso de selección y clasificación de un determinado producto o material al punto de dejarlo sin impurezas y sin agentes extraños a él. Además, estas disponen, en su mayoría, de un sistema de lavado automático.

En sus comienzos, los primeros prototipos de cribas, se dividían en dos tipos: las de cilindro y las de viento. Las primeras estaban compuestas por láminas de metal con diversos tamaños, según el material del que se quiera desprender y con alambres de hierro, excelentes para filtrar los granos con carbón o tizón. También estas solían encontrarse como utensilios empleados para separar el grano de la paja (normalmente el de trigo), el polvo o cualquier otro tipo de sólido no deseado. Este tipo de utensilios no solo solían ser usados en labores de la agricultura, también comúnmente eran empleados por geólogos e ingenieros civiles dentro de sus labores. La primera máquina, de este tipo, fue inventada a finales del siglo XVIII y el sistema funcionaba manualmente mediante rodillos que se tenían que girar mediante una manivela. En esa época la invención de la criba representó una revolución que favorecía y rentabilizaba el trabajo (principalmente el del cultivo) (Voces25s Blog, 2020).

En la actualidad, las cribas (zarandas) se han modernizado e industrializado gracias a las nuevas tecnologías. Estas se han adaptado para poder ampliar su uso y las necesidades de los usuarios, y, por tanto, se adaptan a diversos sectores convirtiéndose en un producto de elevado impacto comercial en ramas como la agricultura, la minería o en el proceso de fabricación de los materiales para conformar conglomerados tales, como: yesos, cementos, cales, vidrios, escombros, etc.

Para la materialización de la propuesta de diseño se tuvieron en cuenta aspectos fundamentales para el funcionamiento de estos tipos de máquinas, como son: la



superficie de cribado, los métodos para la clasificación del material, los tipos de cribas existentes, etc.

Sobre las superficies de cribado, Chibás (2008) expresó que existen diversas formas de superficies de cribado. Pero, entre las más utilizadas se encuentran las siguientes:

- Parrillas de barras
- Chapas perforadas
- Mallas metálicas
- Mallas de poliuretano
- Rejillas filtrantes

La separación y clasificación de materiales puede llevarse a cabo a través de distintos métodos como son: el mecánico, hidráulico, corriente de aire y magnéticos. Cada uno de ellos es utilizado de acuerdo a la granulometría del material que se desea cribar.

Miranda (2017) expresa que la separación mecánica o clasificación propiamente dicha se aplica para granos de forma irregular dependiendo al tipo a cribar, grandes (de 200 a 50mm), medianos (de 50 a 10mm) y menudos (de 10 a 1mm y en caso excepcionales de 0,5 mm). Los métodos restantes son utilizados para otras granulometrías de 2 mm e inferiores a esta y en el caso de las magnéticas, se utilizan para eliminar inclusiones metálicas contenidas en los materiales.

Existen dos tipos fundamentales de cribas, las estáticas y las dinámicas. Cada una de ellas posee distintas clasificaciones y diseños que varían de acuerdo a su uso y aplicación.

Chibas (2008) menciona que a pesar de que las cribas estáticas no son muy utilizadas, para algunas aplicaciones, su uso continúa siendo muy común. Se utilizan generalmente bajo las tolvas de recepción y para separar el material estéril. En la figura 1 se muestra la clasificación de las cribas estáticas.



Figura 1. Clasificación de las cribas estáticas (Miranda, 2017)



Las cribas dinámicas poseen diferentes clasificaciones las cuales se pueden apreciar en la figura 2.



Figura 2. Clasificación de las cribas dinámicas (Miranda, 2017)

Una de las clasificaciones más utilizadas dentro de las cribas dinámicas son las del tipo vibratorias. Las cuales son aparatos de tamizado que mediante vibraciones mecánicas logran que el material se desplace a través de sus diferentes secciones de cribado. Estas son el grupo más utilizado dentro de la industria de procesamiento de materiales y otros productos y se clasifican en tres grupos: cribas de vibración lineal, circular y elíptica las cuales poseen diferentes características y aplicaciones de acuerdo con su clasificación.

Existen diferentes formas de producir las vibraciones en esta clase de cribas como lo son: polea desbalanceada, eje excéntrico, recíprocante o de 4 cojinetes, de carrera positiva y electromagnéticos. Cada uno ellos poseen características específicas y la selección de uno u otro tipo de vibrador se toma de acuerdo al tipo de trabajos y la aplicación para la cual se utilizará.

En algunos casos también se pueden encontrar motovibradores que básicamente consisten en el mismo principio de los mecanismos anteriores. Son motores eléctricos, que se pueden colocar en diferentes zonas del bastidor, equipados con masas excéntricas en sus extremos. La capacidad de estos motovibradores, su frecuencia de rotación y las características de las masas excéntricas varían de acuerdo al tipo de criba y su aplicación.

El vibrador puede estar colocado en:

- El centro de los laterales del bastidor
- La parte superior y rotación en el sentido de flujo del
- Arriba o abajo del bastidor (Vibrador recíprocante inclinado)
- En la parte superior del bastidor y rotación en contra del sentido de flujo del material



- e) Arriba (o abajo) del bastidor (Vibrador recíprocante desfasado).
- f) Vibración en resonancia

## 2. Materiales y Métodos

### 2.1. Diseño conceptual de la criba vibratoria para el procesado de arcilla

Como premisas para el diseño de la criba vibratoria se partió de las experiencias ya existentes en cuanto al diseño de este tipo de máquinas. Para ello se toma como diseño de referencia el mostrado en la figura 3. El cual se modifica de acuerdo a las necesidades, características y condiciones de montaje de la planta de cemento LC2.



Figura 3. Diseño de referencia utilizado en el diseño de la Criba (Transportadores Universales S.A, 2021)

### 2.2. Características y dimensiones fundamentales de la máquina propuesta

Se concibió desarrollar una criba de vibración circular y perpendicular a la superficie de cribado con los siguientes requerimientos técnicos:

- Angulo de inclinación entre 15°-25°
- Vibración de 650-3000 rpm y carrera desde 2-15 mm.
- La rotación del vibrador puede ser en el sentido horario o antihorario
- Los campos de aplicación de estas son cribados con tamaños de corte desde 0,3-120 mm hasta 200-300 mm.

Será una criba que podrá ser utilizada para pequeñas y medianas cargas (producción de 2 T/h) ya que su diseño cuenta con dos características fundamentales de este tipo de máquinas que son:

- El tipo de mecanismo utilizado para producir las vibraciones es del tipo polea desbalanceada que normalmente se emplean en trabajos ligeros



- El vibrador está montado en el centro de los laterales del bastidor que es utilizado en cribas inclinadas para trabajos pesados.

Dadas las limitaciones de espacio, producto de la reducida área de trabajo, las dimensiones fundamentales seleccionadas son las siguientes:

- Ángulo de inclinación igual a  $15^\circ$
- Altura de la base: 1025 mm
- Ancho total de la máquina: 1400 mm
- Ancho del bastidor: 900 mm
- Altura del bastidor: 800 mm
- Longitud del bastidor y la base: 2000 mm

A partir de lo anterior y de las exigencias de diseño de esta máquina y posterior fabricación se precisan los siguientes requerimientos:

- Un bastidor formado por planchas de acero que garanticen la resistencia de del mismo
- Un tamiz o malla que garantice la granulometría requerida (10 mm)
- Un mecanismo de vibración acoplado en el bastidor basado en el del tipo polea desbalanceada.
- Un motor eléctrico con la potencia y velocidad necesaria para accionar el mecanismo vibrador.
- Resortes helicoidales que absorban las vibraciones producidas en el bastidor.
- Una base que sostiene todo el conjunto (bastidor, vibrador, motor).
- Materiales resistentes al desgaste y a la fatiga mecánica.
- Componentes estandarizados para garantizar un fácil mantenimiento.
- Alta eficiencia de cribado para evitar pérdidas en el rechazo.

### **3. Resultados**

#### **3.1. Descripción general del diseño realizado**

La criba (zaranda) permite la selección y clasificación de la arcilla empleada en la elaboración del cemento LC2, la misma consta con de un módulo de 71 piezas, las cuales se unen mediante uniones soldadas y atornilladas, más la estructura que soporta el bastidor. Al ensamblarse todo el conjunto la altura total no excede los 1800 mm desde el suelo, un ancho de 1500 mm y una longitud de 2000 mm y una masa de





**III Convención Científica Internacional UCLV 2021**  
**Ciencia, Tecnología y Sociedad.**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**

aproximadamente 778 kg. El conjunto ensamblado que conforma la criba, se dividió en cuatro sistemas para su mejor comprensión: Sistema Base, Sistema del Bastidor, Sistema Motriz y de Vibración.

El **Sistema Base** constituye el armazón base que está formado por vigas de acero tipo canal y angulares soldados cuya función es soportar todo el conjunto de la máquina.

El **Sistema Motriz** consta de 5 piezas fundamentales: el motor eléctrico Siemens 1LA7 094-4YA60, una base regulable, una polea conductora y una polea conducida y tres correas trapezoidales tipo Z. Este sistema es el encargado de transmitir el movimiento rotatorio desde el motor eléctrico al árbol del mecanismo de vibración.

El **Sistema de Vibración** es el mecanismo encargado de producir las vibraciones en la criba. Consta de un árbol al cual van fijados las poleas desbalanceadas y la polea conducida. Este mecanismo va montado sobre dos cojinetes de rodillos cónicos que se fijan mediante dos pedestales para rodamientos.

El **Sistema del Bastidor** está compuesto por planchas de acero con refuerzos soldados, unidas entre sí mediante tornillos, a las cuales van fijadas el mecanismo vibrador y la superficie de cribado.

El diseño y modelado de la criba (zaranda) fue llevado a cabo de forma automatizada empleando una de las herramientas CAD existentes en el mundo, específicamente el SOLIDWORKS 2017. Este permite modelar piezas como ensambles y extraer de ellos tanto dibujos de detalle como otro tipo de información necesaria para la producción, además garantiza la rapidez y precisión de los cálculos y modelación de los componentes de la máquina. El modelo tridimensional desarrollado (3D) se muestra en la figura 4

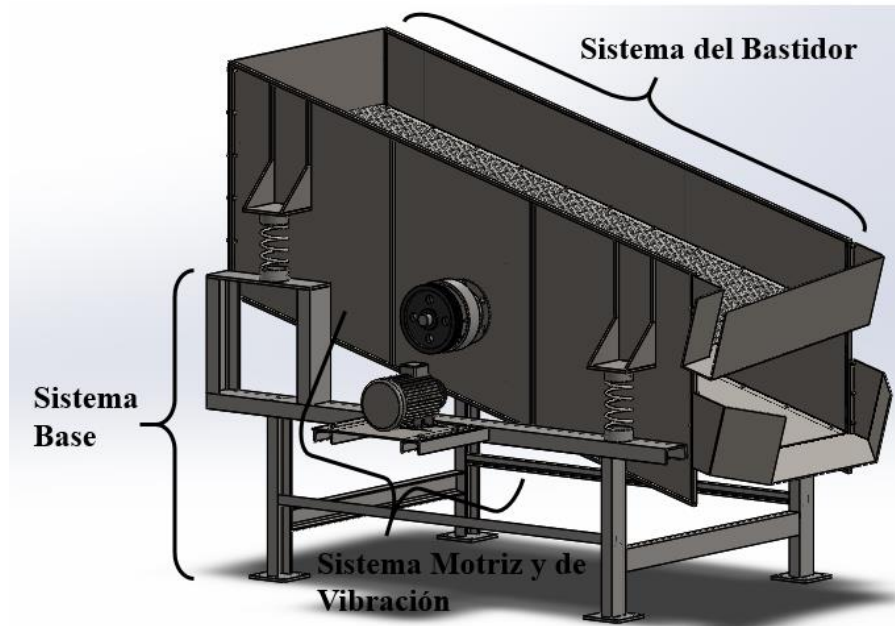


Figura 4. Modelo tridimensional de la Criba vibratoria (Elaboración propia)

### 3.2. Sistema del Bastidor

En la figura 5 se puede observar el ensamble que forma el bastidor al cual está acoplado el mecanismo vibrador (pieza No. 1) y la superficie de cribado (pieza No. 2) junto a los recolectores (piezas No. 3 y 4) tanto como de rechazo como los del material ya cribado. La superficie de cribado va se sujeta mediante tornillos M8, a ambos lados del bastidor, sobre dos angulares que posee varios agujeros y están soldados a las planchas del bastidor. De igual forma el mecanismo vibrador se sujeta en el centro del bastidor mediante tornillos M14 que fijan las bridas soldadas a los pedestales de los rodamientos y un tubo protector para el árbol. Al bastidor también se encuentran varios nervios soldados (pieza No. 5) que garantizan la rigidez de la estructura y en los soportes para los resortes amortiguadores (pieza No. 6). El material empleado para la mayoría de estos componentes es el acero ASTM A36.

Se utilizan mayormente, para la sujeción de los componentes y piezas, los tornillos para facilitar su fácil arme y desarme al realizar los mantenimientos o en caso de que puedan surgir averías imprevistas.

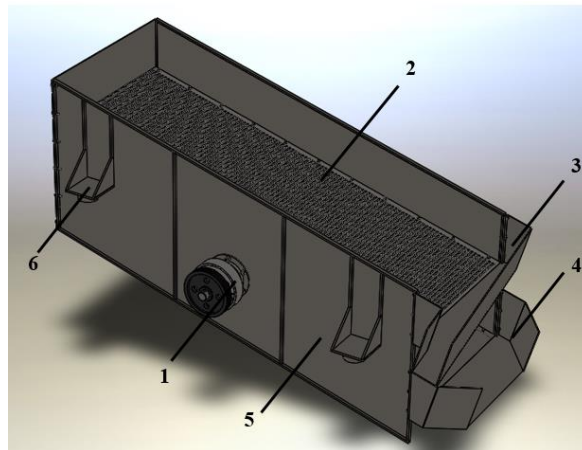


Figura 5. Sistema del Bastidor (Elaboración propia)

### 3.3. Sistema Vibrador

El mecanismo vibrador de la criba es del tipo polea desbalanceada y está compuesto por: el árbol (pieza No. 7), los cojinetes de rodillos cónicos SKF 32313 (pieza No. 8), pedestales (pieza No. 9) para fijar los rodamientos, los soportes para las masas y las masa desbalanceadas (pieza No. 10). Este mecanismo permite ajustar el movimiento de la criba pues se pueden colocar menor o mayor cantidad de masas de acuerdo a las condiciones de trabajo. El árbol es de acero AISI 1040 mientras que las masas, los soportes de dichas masas y los pedestales son de acero AISI 1020.

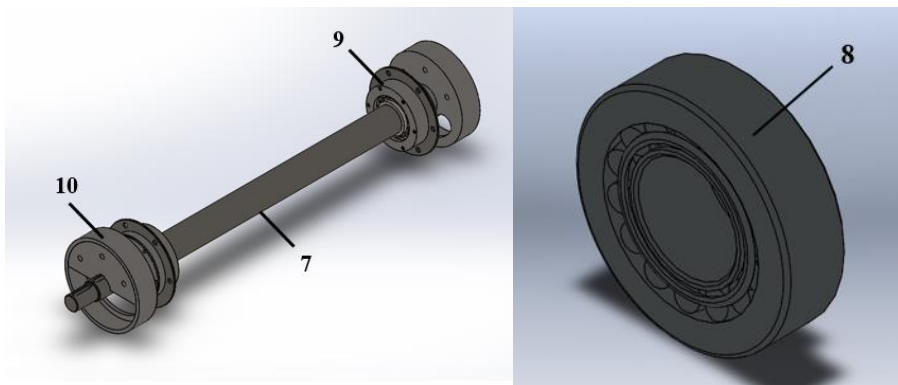


Figura 6. Sistema Vibrador y cojinete de rodamiento (Elaboración propia)

### 3.4. Sistema de transmisión

El sistema de transmisión es el encargado de transmitir la potencia y el torque necesario para accionar el mecanismo de vibración. Este sistema es accionado por un motor eléctrico marca Siemens 1LA7 094-4YA60 cuya potencia es de 1,79 kW y una velocidad nominal de 1690 rpm. El movimiento se transmite mediante correas trapecoidales tipo Z con un número de correas igual a tres y una relación de transmisión



de 2,35. Los diámetros de paso de las poleas conductora (pieza 11) y conducida (pieza 12) son 100 y 235 mm respectivamente.

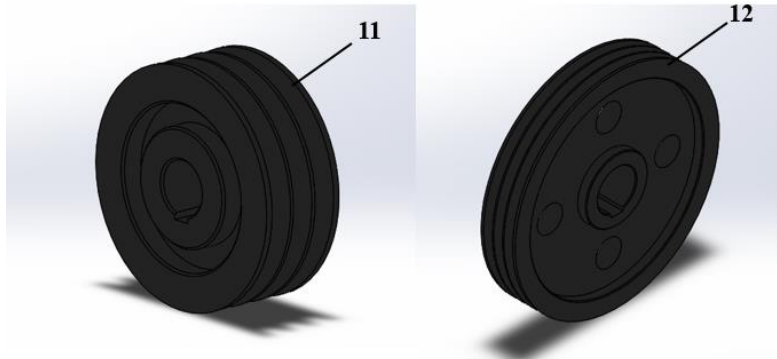


Figura 7. Poleas conductora y conducida

### 3.5. Sistema Base

La base es la estructura que soporta el bastidor y el resto de los componentes de la criba, además del resto de los componentes de la criba. Como se puede observar en la figura 10, está formada por vigas soldadas de acero AISI 1020 tipo canal y por angulares que le dan rigidez a dicha estructura. Su diseño, con la diferencia de alturas, garantiza el ángulo de inclinación seleccionado. Además, posee también unos soportes para los resortes amortiguadores donde descansa el bastidor.

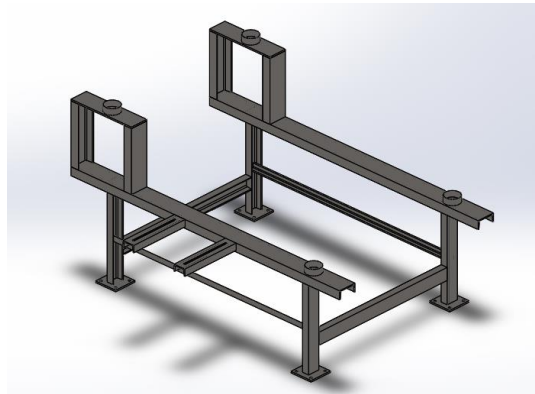


Figura 8. Sistema Base

### 3.6. Criterios de selección de los materiales empleados en la máquina cribadora

Al elegir el material se tuvo en cuenta las siguientes premisas

- De explotación, en la que el material debe satisfacer las condiciones de funcionamiento.
- De tecnología, en la que se debe considerar los requisitos necesarios para garantizar la factibilidad de la fabricación de las piezas con el material que se seleccione.
- De economía, en la cual el material debe tener ventajas desde el punto de vista del precio, del costo total de la pieza, incluyendo el costo del material y los gastos de producción.



En este sentido y teniendo en cuenta los requisitos anteriores, en el bastidor formado fundamentalmente de planchas soldadas se seleccionó el acero ASTM A36 para la mayoría de estos componentes. En el caso del árbol fue escogido el acero AISI 45 con tratamiento térmico de temple y revenido para alcanzar una dureza de 40-45HRC, y para la base, compuestas de perfiles canales soldados de acero AISI 1020.

#### **4. Discusión**

En la decisión del proyecto de diseño y fabricación de la criba un aspecto importante que se tuvo en cuenta, fue el costo de una máquina similar en el mundo. El cual oscila alrededor de los 1000 a 1500 USD, descontando el costo de la transportación. A lo que se le suma las dificultades propias del bloqueo al que está sometido Cuba. Por lo que construirla en el país reporta beneficios económicos y sustituye importaciones

El presente diseño se caracteriza por su simplicidad y fácil fabricación, pues la mayoría de sus partes y piezas están concebidas a partir de planchas y perfiles metálicos. Los cuales, una vez cortados, conformados y maquinados, de acuerdo al diseño, son unidos mediante soldadura y uniones atornilladas. Esto permite que su fabricación se pueda efectuar sin grandes dificultades ya que los métodos de fabricación se adaptan a las posibilidades de nuestras industrias. Además, la máquina se caracteriza también por su robustez, lo que le permite soportar las condiciones de trabajos impuestas las cargas producidas durante su funcionamiento.

Un aspecto fundamental en esta máquina es el mantenimiento que, aunque debe ser realizado de manera general a toda la máquina, un elemento de especial atención es el mecanismo del vibrador. Este mecanismo está sometido a vibraciones y grandes cargas, por lo que la verificación del estado de los rodamientos es fundamental, porque son los que más sufren. Estos deben estar engrasados y protegidos para así evitar su acelerado desgaste.

#### **5. Conclusiones**

1. Del análisis bibliográfico realizado sobre las máquinas cribadoras y zarandas existentes en el mundo para materiales de construcción se pudo establecer los requerimientos técnicos para definir el diseño conceptual de la máquina. En este sentido se decidió desarrollar una criba de vibración circular y perpendicular, empleando como mecanismo vibrador un árbol con masas desbalanceadas.



**III Convención Científica Internacional UCLV 2021**  
**Ciencia, Tecnología y Sociedad.**  
**Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas**

2. El diseño de la criba vibratoria consta de tres sistemas fundamentales: el bastidor, mecanismo vibrador y la base. El conjunto se estructuró en un módulo de más 71 partes y piezas, fundamentalmente de acero (sin incluir la tornillería y otros elementos normalizados) que al ensamblarse no exceden 1800 mm desde el suelo, un ancho de 1500 mm y una longitud de 2000 mm y una masa de aproximadamente 778 kg.
3. Para el diseño automatizado de la Criba y elaboración de todos los planos de fabricación se empleó el software CAD SolidWorks versión 2017, garantizando precisión en el dimensionamiento y modelación de los componentes de la máquina.
4. Este diseño, que se encuentra en fase de fabricación, tributa al proyecto conjunto de la Universidad Central "Marta Abreu de Las Villas" y las Empresas Geominera del Centro y Planta Mecánica, en Villa Clara, como parte del desarrollo previsto de construir 16 Plantas de cemento de bajo carbono LC2 para el programa de la vivienda.

#### **Referencias Bibliográficas**

1. Chibás. Orlainis. Diseño de los principales agregados de la criba autobalanceada para los áridos cubanos. Tesis en opción al título de Ingeniero Mecánico. Instituto Superior Minero-Metalúrgico de Moa Dr. Antonio Núñez Jiménez. 2008.
2. Cubadebate, 2019. Producción de cemento LC3 en Cuba: El camino de la autarquía. Obtenido del sitio: <https://www.cubadebate.com/especiales/2019/05/24/produccion-de-cemento-lc3-en-cuba-el-camino-de-la-autarquia/amp/>. Fecha de consulta: abril, de 2021.
3. DISMET, 2019. Zarandas vibratorias. Obtenido del sitio: <https://www.dismet.com/portfolio/zarandas-vibratorias-dismet/>. Fecha de consulta: abril, de 2021.
4. Miranda. William. Diseño de una criba para la concentración de oro para la cooperativa "Unión Flor de Mayo". Universidad Mayor de San Andrés. Facultad de Tecnología. Carrera de Electromecánica. La Paz. Bolivia. 2017.
5. N. P. Waganoff - Criba-Molienda-Separación. 1989.
6. Olivibra, 2018. Motovibradores de brida. Obtenido del sitio: <https://www.olivibra.com/es/products/mve-f-flanged-vibrators/>. Fecha de consulta: noviembre, de 2020.
7. Transportadores universales S.A, 2020. Cribas. Obtenido del sitio: <https://www.tusa.es.php>. Fecha de consulta: abril, de 2021.
8. Voces25s Blog, 2013. Cribas evolución e historia. Obtenido del sitio: <http://www.voces25s.es/cribas-evolucion-historia/>. Fecha de consulta: abril, de 2021.