

# Máquina trituradora de desperdicios domésticos y la preservación del medio ambiente en las viviendas familiares, Facultad de Tecnología, año 2015

Humberto Moreno Casachagua  
Miguel Quintana Ortiz  
Reneé Rivas Cuzcano

## RESUMEN

La investigación realizada corresponde al área tecnológica y fue ejecutada de manera interdisciplinaria. Está enmarcada en el rubro de Gestión Ambiental e Innovación; corresponde a la línea de Preservación del medio ambiente del hogar. Es de tipo experimental. Se ejecutó en la Facultad de Tecnología de la UNE con el propósito de diseñar una máquina trituradora de desperdicios domésticos para mejorar la preservación del medio ambiente, manteniendo la limpieza en las viviendas familiares. La investigación de tipo aplicada utilizó como método el diseño cuasi-experimental, con una serie de actividades secuenciales establecidas según el tiempo requerido (Gráfico N° 1). Se elaboró un plan de intervención, considerando aspectos logísticos, diseño, elementos constructivos, ensamblado de partes y pruebas de funcionamiento; además, se realizó el proceso de validación (Gráfico N°2), y se aplicó como instrumento fichas con indicadores de apreciación, que fueron validados por especialistas en diseño industrial y mecánica. De los resultados obtenidos en la prueba de validez de diseño y construcción, se precisa que la máquina posee principios de máquinas simples y compuesta, muestra buena calidad de diseño de elementos estructurales, con tecnología de innovación intermedia. Esto evidencia que el diseño de máquina cumple con el propósito para el que fue diseñado. Esto determina que el diseño realizado se encuentra en condiciones de construcción física de la máquina y permite lograr, de este modo, el propósito de contribuir a la mejora de la preservación del medio ambiente en las viviendas familiares.

**Palabras clave:** *diseño de máquina trituradora, desperdicios domésticos, ensamblado, simulación y validación.*

## ABSTRACT

The research carried out, corresponds to the technological area, and was executed in an interdisciplinary way, is framed in the heading of Environmental Management and Innovation, corresponds to the line of preservation of the environment of the home. The research carried out is of an experimental type. It was executed in the Faculty of Technology of the UNE; With the purpose of designing a household waste crusher machine to improve the preservation of the environment, maintaining cleanliness in family homes. Applied type research used the quasi-experimental design as a method, with a series of sequential activities established according to the time required (Figure 1); An intervention plan was developed, considering logistical aspects, design, construction elements, assembly of parts and functional tests. In addition, the validation process was carried out (figure 2), applying as an instrument; Chips with indicators of appreciation, which were validated by specialists in industrial and mechanical design. From the results obtained in the test of validity of design and construction, it is specified that the machine possesses principles of simple and composite machines, shows good quality of design of structural elements, with intermediate innovation technology; Which shows that the machine design meets the

purpose for which it was designed. This determines that the design performed is in a condition of physical construction of the machine and thus achieve the purpose of contributing to the improvement of the preservation of the environment in the family dwellings.

**Keywords:** *design of crushing machine, household waste, assembly, Simulation and validation.*

## INTRODUCCIÓN

El desarrollo del presente trabajo fue motivado por problemas relacionados con la contaminación del medio ambiente en las viviendas familiares de las poblaciones que viven en los edificios y condóminos multifamiliares, siendo la causa principal el deficiente tratamiento en la evacuación de basura y de residuos que se generan diariamente en estos hogares. Asimismo, la frecuencia de recogida de basura es muy baja y deficiente, por lo que se acumulan los desechos permanentemente; las pocas unidades de servicio y asignación insuficiente de personal agravan el problema. Por esta razón, los sistemas de acopio de basura se ven rebasados rápidamente, y los contenedores instalados son tan pocos y no tienen la capacidad de almacenamiento, lo cual origina microvertederos de basura a su alrededor, por otro lado, el ciudadano peruano no posee la cultura de la limpieza, pues arroja basura en cualquier lugar, hecho que se traduce en problemas relacionados con insalubridad, enfermedades infectocontagiosas, pobreza, marginalidad, etc. Tales consecuencias se presentan por falta de tratamiento adecuado de desechos generados mayormente por la materia orgánica y son básicamente dos: la producción de lixiviados y la emisión de gases de efecto invernadero. La elevada humedad de este tipo de residuo genera lixiviados altamente contaminantes para el medio.

Por las consideraciones expuestas sobre el origen del problema planteado, se tomó la decisión de realizar la investigación titulada *Diseño de máquina trituradora de desperdicios domésticos y la preservación del medio ambiente en las viviendas familiares, Facultad de Tecnología, año 2015*, cuya propuesta permitirá solucionar este problema. El trabajo propuesto es un estudio de carácter tecnológico. En el proceso de planificación y ejecución del diseño, han participado investigadores de las especialidades de Electrónica e informática, Metalurgia-Joyería y Mecánica de Producción. El desarrollo del diseño de la máquina y su validación se llevó a cabo sobre la base de un plan de diseño, y con un esquema metodológico de una serie de actividades secuenciales establecidas según el tiempo. Para la difusión de los resultados logrados en estas experiencias de diseño, se ha estructurado en siete componentes, conforme se describe a continuación: primer componente corresponde al resumen sintético del trabajo; segundo componente está referido al desarrollo del diseño metodológico de la máquina trituradora, basado en un plan de diseño, iniciando por el estudio del estado de la técnica, aplicación de principios de máquinas para diseño, estudio de mercado, requerimiento para diseño, elaboración de croquis y esquemas, selección de diseño de forma, elaboración de planos en 2D y 3D con software CAD, ensamblado de partes, simulación con SolidWord; tercer componente referido a la validación del diseño de máquina elaborado; cuarto componente comprende los resultados; quinto componente, las conclusiones; sexto componente, las recomendaciones; y el séptimo componente señala las referencias consultadas y utilizadas. Finalmente, se incluye un apéndice referido a la descripción de la característica de la máquina diseñada.

## IMPORTANCIA

El presente trabajo de investigación se justifica por las siguientes consideraciones:

Con la elaboración del diseño de máquina trituradora, se da el primer paso para la futura construcción y comercialización de la máquina. Es un aporte para mejorar el sistema de tratamiento de desperdicios domésticos; es una alternativa que permitirá contribuir a la mejora de la preservación de la limpieza y medio ambiente en las viviendas multifamiliares.

Desde el punto de vista de la aplicación: El resultado de la presente investigación permitirá que en el futuro se pueda producir en serie la máquina trituradora de desperdicios domésticos con característi-

cas de: diseño de estructura sólida y durable, facilidad de ensamblaje y mantenimiento, seguridad en el manipuleo, facilidad de transporte, ubicación, instalación y uso en espacios reducidos de hogares y viviendas modernas como son los departamentos.

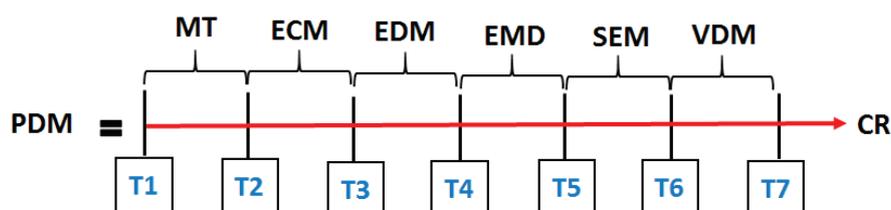
El diseño de máquina trituradora, tiene carácter de innovación tecnológica, su importancia radica en que se pueda permitir su construcción y uso en el futuro, con el fin de que las personas de los hogares puedan adquirir nuevas experiencias y comprobar la utilidad, el reciclado y reducción de desechos de los hogares; así como a acceder a esta innovación, frente a las carencias de este tipo de máquinas en el mercado peruano. Asimismo, sentará precedente en cuanto se refiere a la creación de la propia tecnología en el país. En consecuencia, el resultado de la investigación permitirá promover iniciativas en la comunidad académica, científica y empresarial del sector., a fin de contribuir a resolver problemas propios de la sociedad. Por la importancia del tema, en nuestras universidades se debe promover la ejecución de investigaciones aplicadas de tipo tecnológico, debido al papel que desempeñan en el desarrollo social y tecnológico y constituyen aportes para la solución de problemas y generar bienestar a la sociedad.

## PARTE EXPERIMENTAL

### Diseño de la investigación

En el desarrollo de la investigación, se utilizó el esquema metodológico basado en el plan de diseño, con una serie de actividades secuenciales, establecidas según el tiempo; lo cual consistió en realizar varias actividades relacionadas entre sí, considerando una línea de tiempo para cada tarea: iniciando con el marco teórico (estudio del estado de la técnica y la aplicación de principios de máquinas para diseño), el estudio de mercado, requerimiento para diseño, elaboración de croquis y esquemas, selección de diseño de forma, elaboración de planos en 2D y 3D con software CAD, ensamblado de partes, simulación con SolidWord, hasta llegar a la validación del diseño de máquina trituradora, cuyo esquema se muestra en el siguiente gráfico.

Gráfico N° 1: Esquema del diseño utilizado en la investigación.



- PDM : Plan de diseño de máquina
- MT : Marco teórico
- ECE : Elaboración de croquis de la máquina
- EDM : Elaboración de Diseño de máquina
- EMD : Ensamblado de la maquina diseñada
- SEM : Simulación de ensamble de máquina
- VDM : Validación del diseño de máquina
- T1-T7 : Línea de tiempo de actividades
- CR : Comunicación de los resultados

### Características y principios aplicados en el diseño de máquina trituradora de desperdicios

El diseño de la máquina trituradora de desperdicios domésticos tiene características de una innovación respecto de su antecedente. Para el diseño de esta máquina, se aplicó *el principio de máquinas simples y compuestas*, como: principio de palanca, el principio de torno (al ejercer una fuerza en el eje para movimiento de rotación, el principio de la rueda (representada por el rodaje, que transfieren movimiento y dirección de rotación, aumenta la velocidad de rotación y disminuye la fuerza que se aplica). Asimismo, entre los elementos diseñados de la máquina se tiene: mecanismos estructurales (base) que llevan una tolva de forma cónica de alimentación en la parte superior, la cual posicionará el desperdicio directamente al sistema de trituración (cuchilla), para obtener la trituración con dimensiones adecuadas del desperdicio doméstico, incluye al sistema una criba al final de la cámara, posee un eje porta cuchillas movidas a través de la polea y rueda dentada. Para generar y transmitir el movimiento, utiliza la potencia de un motor eléctrico, además lleva (Figuras N° 1-14) elementos de unión desmontable, elementos de transmisión y fijación.

#### Diseño de modelo de prototipo de máquina

a) Diseño de estructura y tapa deslizante de la máquina.

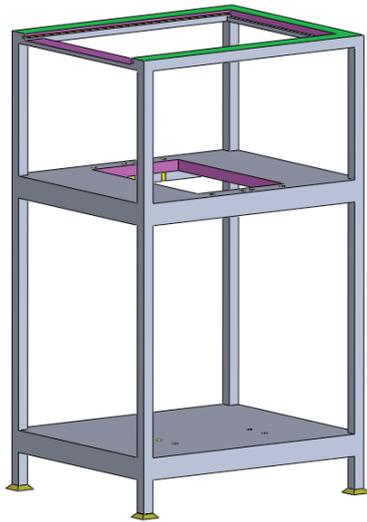


Figura N° 1: base.

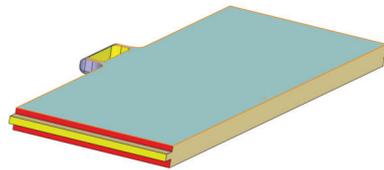


Figura N° 2: tapa deslizante.

b) Diseño de cuchilla

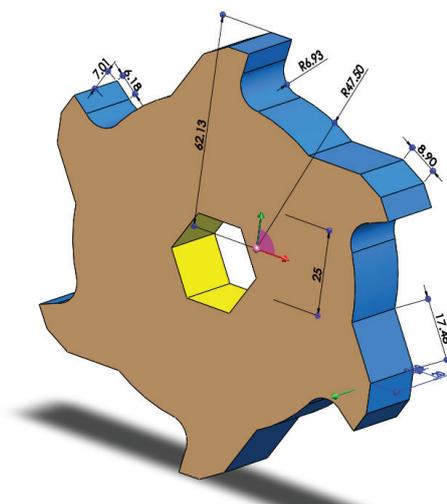


Figura N° 3: cuchilla

c) Diseño de tolva de alimentación y evacuación

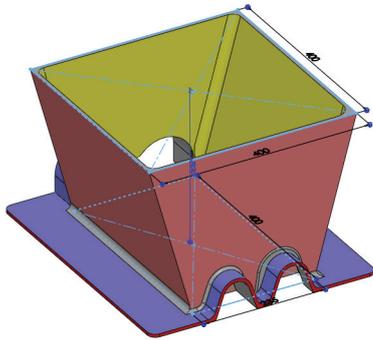
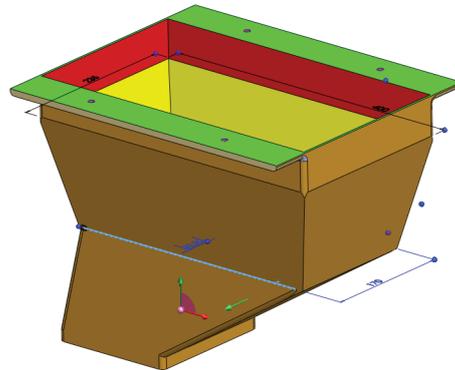


Figura N° 4: tolva superior

Figura N° 5: tolva inferior



d) Diseño de elementos de fijación

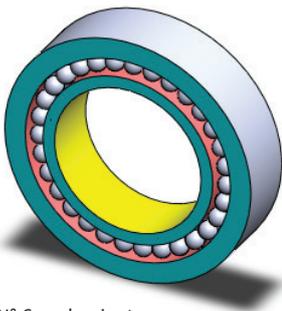
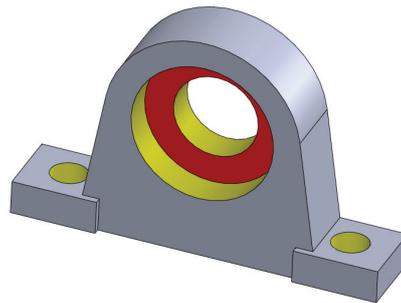


Figura N° 6: rodamiento

Figura N° 7: Chumacera



e) Diseño de sistemas de transmisión de movimiento:

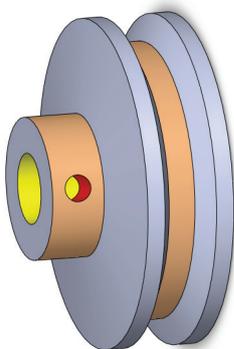


Figura N° 8: polea en V

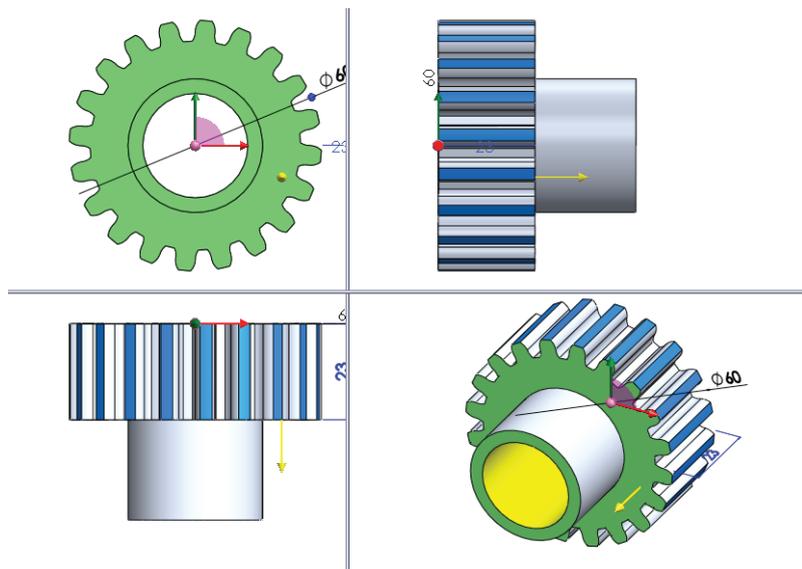


Figura N° 9: rueda de dientes réctos

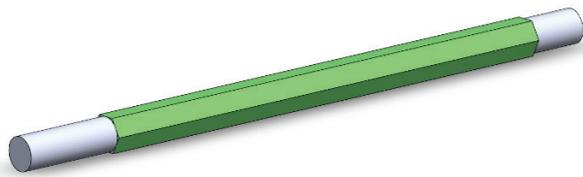


Figura N° 10: Eje porta cuchilla



Figura N° 11: Faja de transmisión

f) Elementos estándar utilizado para la sujeción

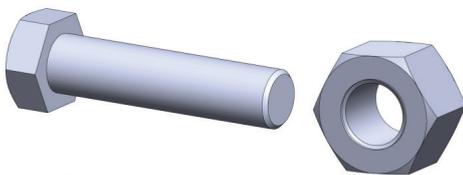


Figura N° 12: Perno y tuerca

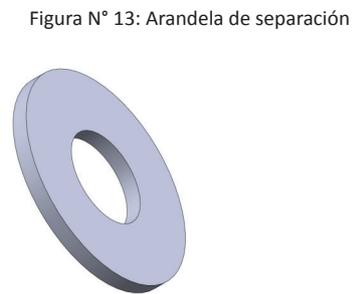


Figura N° 13: Arandela de separación

**Ensamblado de elementos diseñados**

El proceso de ensamblado del prototipo de máquina se realizó mediante la unión de mecanismos estructurales construidos y elementos estándares adquiridos. Para la prueba, se utilizó clavijas de distinto diámetro, mandriles e hilos de aluminio, alpaca y plata.

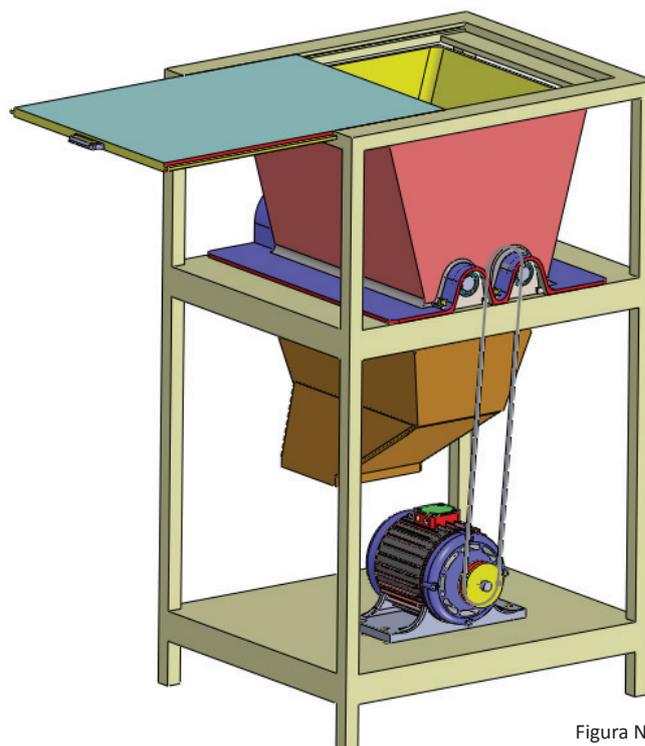


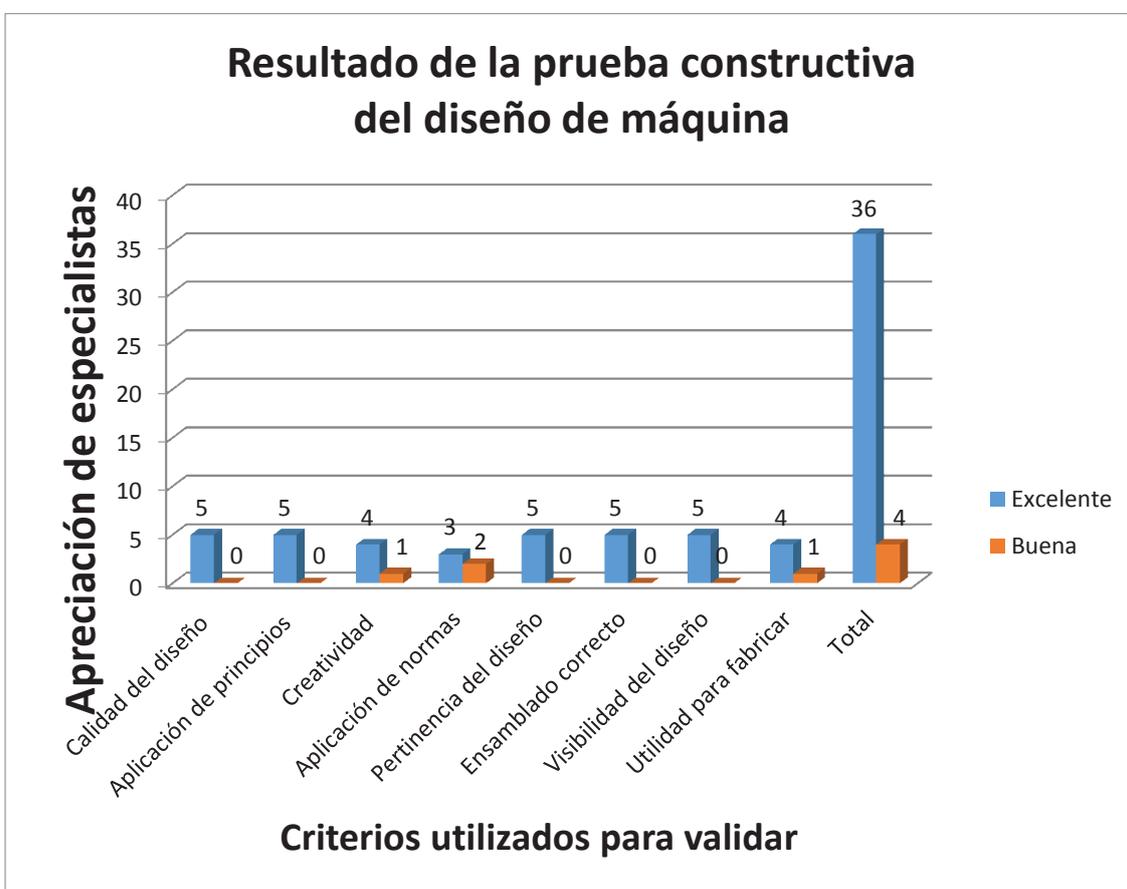
Figura N° 14. Diseño de ensamblado en 3D

### Validación del diseño elaborado de máquina trituradora

El propósito de esta prueba fue verificar si cumple con los criterios y las especificaciones de diseño y el propósito para el cual fue elaborado, y está dada por la calidad del diseño relacionado con la aptitud de uso. Esta prueba de validez de pertinencia se realizó mediante la participación de cinco especialistas (tres de diseño industrial y dos de mecánica de producción). Para ello, se utilizó una ficha de verificación (conformidad) considerando los siguientes criterios: principio de funcionamiento, calidad de diseño de elementos, creatividad en el diseño, precisión en dimensiones, uso de lenguaje gráfico, uso de norma de representación y fiabilidad para su uso industrial. En esta prueba, los participantes observan y manipulan el diseño y planos elaborados de la máquina y luego emiten su apreciación.

### RESULTADOS

Finalizada la elaboración y validación del diseño elaborado (de conformidad), se tabuló y analizó los datos obtenidos, cuyos resultados se muestran a continuación:



Los resultados obtenidos en la prueba de conformidad nos indican que la mayoría de especialistas que participaron han coincidido en apreciar, a través de la observación visual del diseño elaborado, que el diseño cuenta con aplicación de principios de máquinas simples y compuestas. Lo anterior se traduce en la calidad del diseño, siendo su estructura del diseño claro y atractivo, preciso; como el diseño es innovador, aplica normas de representación y cumple con las especificaciones de un diseño industrial. Por lo tanto, los planos son pertinentes porque representan exactamente la idea inicial, posibilita el ensamblado de sus componentes, los cuales guardan armonía y secuencia de estructuración mediante elementos mecánicos de unión y transmisión de movimiento, que facilitan rápidamente la operación de ensamblaje. En cuanto a su utilidad, posee condiciones a ser usado para la producción industrial de la máquina.

## CONCLUSIONES

1. El diseño de máquina elaborado corresponde a una innovación tecnológica referida al diseño, destacando entre sus características: aplicación de principios de máquinas simples y compuestas, buena calidad de diseño y de tipo industrial, posee excelentes elementos estructurales que facilitan su ensamblado.
2. Se ha logrado la elaboración del diseño de la Máquina Trituradora de Desperdicios Domésticos en 2D y 3D dimensiones, mediante el uso del software SolidWork V2014.
3. La validación del diseño elaborado a través de la apreciación de especialistas permitió determinar el nivel de calidad del diseño y su utilidad para ser usado en la producción industrial futura de la máquina trituradora. Cabe resaltar que en esta fase no se consideró la construcción y prueba de funcionamiento de la máquina, lo cual requiere una inversión adicional.
4. El uso de la creatividad y la aplicación de la tecnología es fundamental para desarrollar proyectos de innovación en máquinas.
5. El diseño para la construcción de máquinas requiere el aporte interdisciplinario de investigadores y técnicos del área tecnológica.
6. La investigación desarrollada tiene dos aportes: el aporte tecnológico, mediante el cual se ha diseñado una máquina de servicio a la comunidad y también genera la cultura por la preservación del medio ambiente.
7. Difundir la experiencia lograda con esta investigación, a fin de contribuir con la innovación tecnológica en la elaboración de diseños orientados a la construcción de máquinas.

## RECOMENDACIONES

- El diseño elaborado de la máquina trituradora de desperdicios domésticos se puede utilizar para la construcción física y producción industrial. Asimismo, la metodología utilizada puede servir como modelo de experiencia, para desarrollar la creatividad en el diseño de máquinas aplicando herramientas tecnológicas como el CAD y CAEM.
- Promover e incentivar, en las futuras generaciones, el desarrollo de la investigación aplicada (tecnológica) con el propósito de que se involucren en trabajos multidisciplinarios a fin de generar conocimiento e innovación para la solución de un problema concreto.

## REFERENCIAS

- Castaño, A. y Moreno, H. (2004). *Diseño de máquinas*. Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Mecánico, Universidad Pontificia Bolivariana, Facultad de Ingeniería Mecánica, Medellín-Colombia
- Cegarra, J. (2004). *Metodología de la investigación científica y tecnológica*. 1ra. Edición. Madrid - España: Ediciones Díaz de Santos.
- CONCYTEC y otros (2005). *La investigación científica y tecnológica en el Perú*. 3 Tomos. Lima - Perú: Conicytec. Lima – Perú.
- García, F. y Trejo, M. (2012) *La perspectiva de la investigación tecnológica en educación. Una propuesta para promover la calidad*. México: Limusa.
- García, F. (2007). *La Investigación Tecnológica*, 2da. Edición. México: Limusa.
- García, F. (2009). *La investigación tecnológica. Investigar, idear e innovar en Ingenierías y Ciencias Sociales*. México: Limusa.
- Letelier, M. y otros (1993). *La investigación tecnológica en Chile: su impacto y relevancia*. Chile: Centro de Investigación en Creatividad y Educación Superior, Universidad de Santiago de Chile.

Bello, F. (2006). *La investigación tecnológica: O cuando la solución es el problema*. Caracas, Venezuela: Revista FACES. Universidad de Carabobo.

Tamayo, M. (2007). El proceso de investigación científica. 4ta Edic. México: Limusa.

Castany, J. y Javierre, C. (2002). *Criterios de diseño de máquinas y sus elementos: casos prácticos prensas universitarias de Zaragoza*. España.

#### **Direcciones electrónicas**

UDLAP, Diseño de máquina, consultado en abril 2015 y consultado: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lim/taja\\_w\\_r/capitulo5.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lim/taja_w_r/capitulo5.pdf)

RONDÓN MATHEUS, Oscar. El diseño de la ingeniería de máquina y su evolución histórica, versión PDF, consultado en <http://casanchi.com/ref/ingemaquina01.pdf>

Diseño asistido por computadora, consultado en: <Dhttp://es.scribd.com/doc/27237244/Libro-de-DiseNo-de-mAquinas#scribd>

Aprendiendo a diseñar máquinas, consultado en blogspot <http://todoproductividad.blogspot.com/2011/05/aprendiendo-disenar-maquinas-incluimos.html>

Trituradoras industriales, consulados en: [ww.fragmaq.com.br/produtos/trituradores/](http://ww.fragmaq.com.br/produtos/trituradores/)

<https://www.youtube.com/watch?v=xoojwlp5hc>.

Investigación científica y tecnológica, consulado en <http://www.eumed.net/rev/cccss/13/ibrs.html>

Introducción a las maquinas simples y compuestas, consultado en junio del 2015. [http://www.salonhogar.net/Salones/Ciencias/13/Maquinas\\_simples\\_compuestas/Simples\\_compuestas.htm](http://www.salonhogar.net/Salones/Ciencias/13/Maquinas_simples_compuestas/Simples_compuestas.htm)

Mecanismos de máquinas, consultado Junio 2015, [http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/maquinas/maq\\_compuesta.htm](http://concurso.cnice.mec.es/cnice2006/material107/maquinas/maq_compuesta.htm).