

# Diseño de Maquinaria para la Producción de Alimento Peletizado para Ganado.

A. Serrano Hernández<sup>1</sup>, E. Vaquera González<sup>1</sup>, D. Román Landeros<sup>1</sup>

**Resumen**— El propósito de este artículo es mostrar la aplicación del diseño asistido por computadora, con la mejora y adecuación de una máquina peletizadora de alimento para ganado. Se partió de la necesidad de la empresa Moringa del Desierto en cuanto a la introducción de un nuevo producto. Para el desarrollo del proyecto se empleó la metodología propuesta por el autor Bruno Munari, los puntos críticos de análisis son el dimensionamiento determinado junto al principio de funcionamiento de la máquina, mediante cálculos se seleccionó el sistema de potencia, transmisión, optimización del eje principal y se estableció el material adecuado para el procesamiento de alimento conforme a normas oficiales. Por último se realizó un análisis de esfuerzos para corroborar los cálculos y así mismo se efectuó una simulación de movimiento de la máquina en operación para observar el proceso de fabricación de pellets de moringa.

Las tres principales etapas en que se divide el artículo corresponden a la introducción donde se plasma la necesidad de la empresa, la metodología es la parte central donde se menciona el principio de funcionamiento que tendrá la máquina, se plasma la alternativa de solución y el diseño entregado a la empresa y la conclusión donde se analizan los resultados obtenidos, participando en las tres etapas y en colaboración los ingenieros Arturo Serrano, Efraín Vaquera y Diego Román.

**Palabras claves**—Diseño, maquinaria, alimento peletizado, Analisis de element finito.

**Abstract**— The purpose of this paper is the application of computer-aided design, with the improvement and adaptation of a pelletizing machine cattle feed. It was based on the business need Moringa Desert regarding the introduction of a new product. For the project the methodology proposed by the author Bruno Munari was used, the critical points of analysis are given dimensioning with the principle of operation of the machine, by calculation system power transmission optimization main focus was selected and the right material for food processing according to official standards established. Finally, a stress analysis was performed to confirm the calculations and likewise simulated movement of the machine in operation to monitor the manufacturing process moringa pellet was performed.

The three major steps in that section is divided correspond to the introduction where the need for the

company plasma, the methodology is the central part where the working principle of the machine that will be mentioned, the alternative solution and design plasma delivered to the company and the conclusion where the results are analyzed, participating in three stages and in collaboration engineers Arturo Serrano, Efraín Vaquera and Diego Román.

**Keywords**— Design, machinery, food pellets, Finite Element Analysis (FEA).

<sup>1</sup> A. Serrano Hernández (ingserranohdz@hotmail.com),

<sup>1</sup> E. Vaquera González (vaquera\_efrain@hotmail.com),

<sup>1</sup> D.A. Román Landeros (droman.mago@gmail.com), Instituto Tecnológico Superior de Lerdo. Av. Tecnológico S/N. C.P. 35150. Cd. Lerdo, Dgo. México.

I. INTRODUCCIÓN

México en cuestión diseño cuenta con carencias en las medianas y pequeñas empresas, ya que solo las grandes empresas pueden solventar el precio de las licencias de los programas de diseño. Las medianas y pequeñas empresas tienen que buscar la manera de resolver sus problemas de diseño con softwares de mala calidad o en muchos casos recurrir a la piratería para poder solventar el diseño asistido por computadora. El mejor de los casos es solventar la situación por medio de instituciones de educación superior (IES) que cuenten con licencias comerciales y por ser IES el precio de sus servicios sería más económico que buscar soluciones externas.

Las empresas locales reflejan la situación que viven las empresas a nivel nacional en cuestión de diseño, sin embargo a nivel local muy pocas instituciones cuentan con licencias comerciales de software de diseño especializado, tal es el caso del Instituto Tecnológico Superior de Lerdo por lo cual la empresa Moringa del Desierto acudió con su problemática la cual constaba de diseñar una máquina peletizadora para la producción de un nuevo alimento para ganado, habiéndose documentado la empresa encontró una manera de fabricar este alimento en forma de pellets, tal como se fabrican actualmente para cerdos, pollos, entre otros pero con el fin de alimentar ganado bobino.

Con el fin de no depender de una industria externa para procesar su materia prima Moringa oleífera cuya planta es raíz de diversas aportaciones nutricionales comprobadas, decidió crear este nuevo producto "Pellets de Moringa", y ya que este tipo de alimento es solo rentable obtenerlo al por mayor para aminorar costos, se propuso la modificación del diseño de máquinas ya existentes cubriendo las necesidades de este nuevo producto, y considerando las características de la empresa y de la forma en que elaboran sus productos, siendo en primera instancia la generación de una máquina prototipo.

Uno de los principales objetivos de esta artículo es la de mostrar la metodología de diseño una máquina que sea económica y a su vez funcional, adaptando los equipos ya existentes dentro de la empresa, iniciando con la identificación de los requerimientos, cantidades de materia a procesar y ubicación de la etapa de proceso, las limitantes para acotar los entregables, se realizó una investigación para encontrar la disponibilidad tecnológica que compita al desarrollo, encontrada la solución similar en el mercado se ajusta y redimensionan componentes y se presenta una alternativa de solución a la empresa la cual evaluó su viabilidad.

En esta etapa del proyecto en general solo se pretende hacer una planta piloto, es decir, es para el abasto del consumo para experimentación, de lo cual posteriormente

comercializar en caso de resultados positivos con el dimensionamiento adecuado.

II. METODOLOGÍA

Diseñar es formular un plan para satisfacer una necesidad específica o resolver un problema. Por lo general resulta en la fabricación de un objeto el cual debe ser funcional, seguro, confiable, competitivo, útil, que pueda fabricarse y comercializarse. En el caso particular a resolver no es la excepción, las máquinas para generar pellets existen, sin embargo la personalización de la misma es la gran ventaja y factor diferencial entre las máquinas comerciales y la diseñada por un institución de educación superior (IES). Existen diversos autores que expresan metodologías de diseño en proyectos. Tal es el caso de Bruno Munari, Victor Papanek, Bernad Lobach, o bien metodologías establecidas por universidades en divisiones de ciencia como Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco

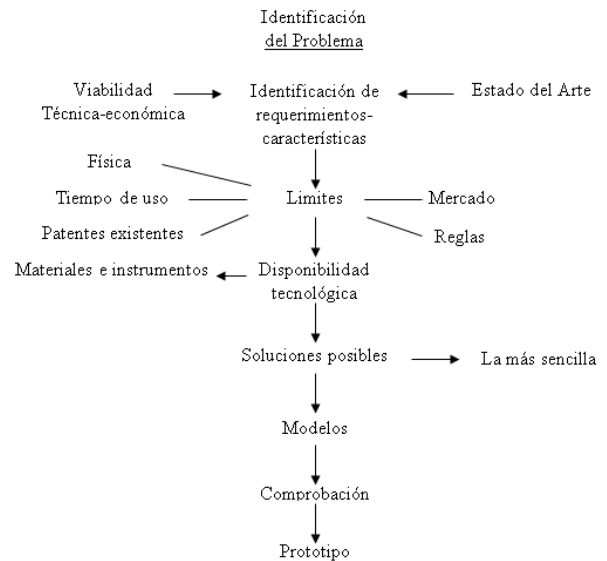


Figura 1. Metodología de proyectos propuesto por Bruno Munari

El autor del esquema mostrado en la figura 1 tomó los fundamentos de Archer, Fallon, Sidal y Asimowa. Siendo dicho esquema la guía por la que se optó para señalar acciones a realiza con el fin de llegar a un prototipo.

A. Identificación de requerimientos

La formación de pelets consiste en la aglomeración de pequeñas partículas de una mezcla en unidades largas o comprimidos densos mediante un proceso mecánico combinado con humedad, calor y presión; todo ello determina un mejoramiento de las características en los alimentos balanceados.

El proceso generalizado de peletización es:

1. Molienda: homogeniza el tamaño de las partículas para cada ingrediente
2. Preparación: Un nutriólogo formula la ración en base a los requerimientos del animal, con el pesaje de los macro y micro ingredientes.
3. Mezclado: Consiste en la unión de los distintos ingredientes de la ración, importante el tiempo de mezcla y por ende el monitoreo del proceso.
4. Alimentación: Mediante un transportador el producto va al acondicionador y deposita en la peletizadora.
5. Acondicionamiento: Se realiza la cocción de la mezcla con la inyección de vapor proveniente de una caldera con temperaturas entre 60 y 90°C, por intervalos de tiempo de hasta 5min.
6. Peletización: Compresión a través de una matriz o dado, con orificios que determinan el diámetro del pelet ,el largo se define por una cuchilla ajustable dispuesta posterior a la matriz

**B. Limites**

El proyecto general está en fase experimental para la introducción de un nuevo producto, del cual se carece en la región e incluso en el país, por lo menos no documentado. La adición esencial es la moringa oleífera como fuente de nutrientes al producto.

La empresa que solicita el diseño cuenta con diversos componentes para la preparación de la mezcla dado su giro comercial, proponiendo una variación en el proceso generalizado acoplándolo a la maquinaria con la que se cuenta, por lo cual el proceso general de pelets no es diseñado, sesgándolo exclusivamente a la etapa ultima de peletización.

La aplicación tiene un gran alcance ya que la región Laguna es una zona altamente dedicada a la ganadería. En relación a los resultados de la experimentación dependerá el redimensionamiento del prototipo planteado.

La adquisición de equipo extranjero en lugar de financiar desarrollo es una de las grandes limitantes en general en relación al diseño siendo una gran ventaja que la empresa apuesta por el desarrollo e innovación.

**C. Disponibilidad tecnológica**

Para entender la disponibilidad se tiene que entender los distintos principios de funcionamiento capaces de realizar el peletizado

En 1910 se desarrolló la primera prensa para la generación de pelets cilíndricos y posteriormente evolucionado al

scheuler.

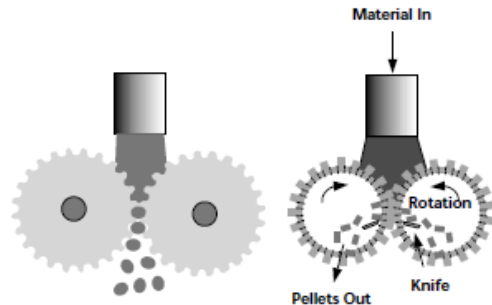


Figura 1. Prensado rápido y Prensa Scheuler

En 1920 se desarrollaron otras formas para elaborar peletes por medio de extrusión y con un anillo como matriz.

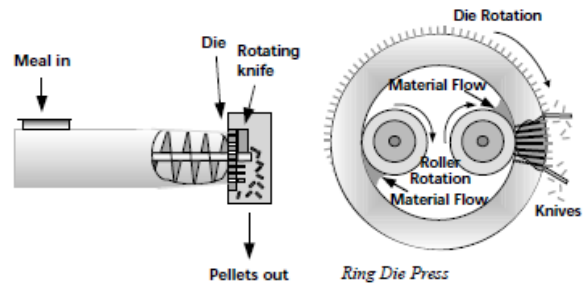


Figura 2. Prensa de Extrusión Prensa con matriz de anillo

Ya para 1970 se emplearon las matrices palanas, y con el procesamiento previo a la mezcla se mejoró la calidad de los pelets en relación a los nutrientes.

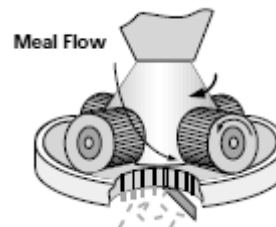


Figura 3. Prensa con matriz plana

A partir de los 80s se generaron máquinas de extrusión mejor controladas por medio de sensores.

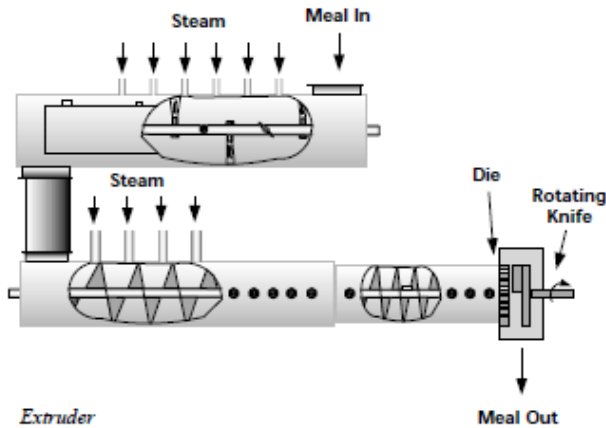


Figura 4. Extrusión con acondicionador

**D. Solución propuesta**

Debido a los requerimientos de la empresa que excluye el acondicionamiento de la mezcla, se descartó el principio de funcionamiento de las prensas por extrusión, y dada la sencillez de fabricación de una matriz plana se optó por dicha opción mostrada en la figura 3.

La eficiencia del prensado del pelet puede ser calculado:

- Determinado el promedio de producción de pelets (T/h).
- Determinadno el promedio de amperaje del motor (A).
- Determinando el voltaje (V).
- Aplicar las siguientes formulas;

Potencia (P)  
 Factor de Potencia (FP), asumir de 0.93  

$$P \text{ (kW)} = (A \cdot V \cdot \sqrt{3} \cdot FP) / (T/h) 1000 \quad (1)$$

Eficiencia de peletizado (EP)  

$$EP \text{ (kWh/T)} = kW / (T/h) \quad (2)$$

**E. Modelos**

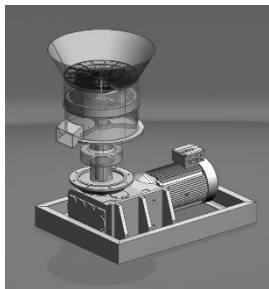


Figura 5. Diseño 3D de la máquina peletizadora

El modelado geométrico se realizó en base a la carga estimada de producción para pruebas con animales de 50kg por hora

**F. Comprobación**

Con los datos obtenidos del cálculo de potencia, se analizó el eje principal, corroborando los resultados favorables en relación al esfuerzo

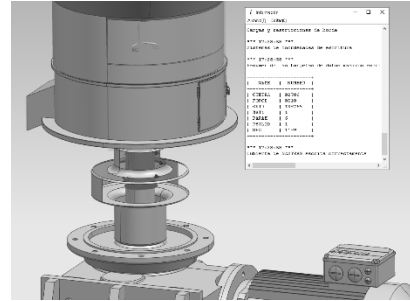


Figura 6. Mayado y restricciones del componente principal

Se selección un acero de prueba 1008HR rolando en caliente para estimar la resistencia según la carga dispuesta.

Para efectos de sobre dimensionamiento se coloca la carga total de resistencia axial igual a 500, asegurando así la resistencia del eje ante la carga de los 50kg. Y dejando un margen como factor de seguridad.

Proponiendo un eje con 80 mm de diámetro el Par sería igual 40,000N-mm.

Presentando un esfuerzo máximo en alrededor de los 2MPa siendo la resistencia del acero 370MPa, superando así por mucho la resistencia a emplear, pero se proyectó sobredimensionado la resistencia de materiales para no realizar cambios cuando se comercialice el producto.



Figura 7. Resultados del análisis estático del eje sometido a torsión

El análisis por elemento finito (FEA), es una técnica de simulación por computadora, que ayudó en el proceso ingenieril iterativo de resolución para encontrar esfuerzos y puntos críticos del ensamble en general que compone la máquina. El proceso de análisis se puede dividir en 3 etapa: Pre Procesamiento (define el modelo a analizar), Solución, Post Procesamiento (Resultados de forma

gráfica. Procesos para los cuales se empleó un software dedicado a ello NX10.0 de SIEMENS como se muestra en las figuras (6) y (7).

III. CONCLUSIÓN

Este artículo presenta como conclusión el resultado de la elaboración del diseño, simulación y análisis de una máquina peletizadora de alimento para ganado para la empresa Moringa del Desierto SPR de RL de CV. Se presentó el modelado de la maquina a la empresa ya mencionada, se aprobó y se fabricó. Es importante mencionar que dicha maquina diseñada es un prototipo listo para que la empresa comience a alimentar al ganado con el producto generado por esta máquina y con la capacidad de iniciar producción. Sin embargo para la puesta en marcha para producción será necesario analizar y simular nuevamente.

Se concluye que el diseño asistido por computadora se ha convertido hoy en día en una gran herramienta para la elaboración de objetos como; maquinaria, herramientas, en otros elementos de construcción simples. En la actualidad solo las empresas grandes y bien constituidas hacen uso de los diversos software de CAD para la elaboración de sus productos, ya que mediante los planos elaborados en estos programas diseñan sus productos mediante gráficos que facilita a las personas entender los pasos que realizaran en la fabricación de sus producto, además de que se aseguran de que están cumpliendo con las normas de los diversos sistemas de evaluación de calidad. En cambio las pequeñas y medianas empresas no cuentan con estos tipos de software se les exhorta en buena medida con este tipo de proyectos recurran a instituciones de educación para el modelado y análisis de sus futuros productos.

Las fórmulas (1), (2) antes descritas se aplicarán una vez que la máquina entre en funcionamiento para probar su nivel de potencia y posteriormente su eficiencia, para cerrar el ciclo de diseño propuesto a la institución.

IV. AGRADECIMIENTOS

Gracias al Instituto Tecnológico Superior de Lerdo por permitirme desarrollar y aplicar las habilidades y conocimientos adquiridos a lo largo de mi formación profesional, formar parte de un proyecto que da soluciones reales a la industria y por consiguiente a la comunidad.

Gracias también a todas aquellas personas que fueron participantes en la realización del proyecto, en especial al Ingeniero Valdés Nieblas que cuya dirección siempre va enfocada a la cosecha de éxitos.

V. APÉNDICES

Los planos correspondientes para una correcta apreciación así como cada uno de los componentes se encuentran en archivos anexos

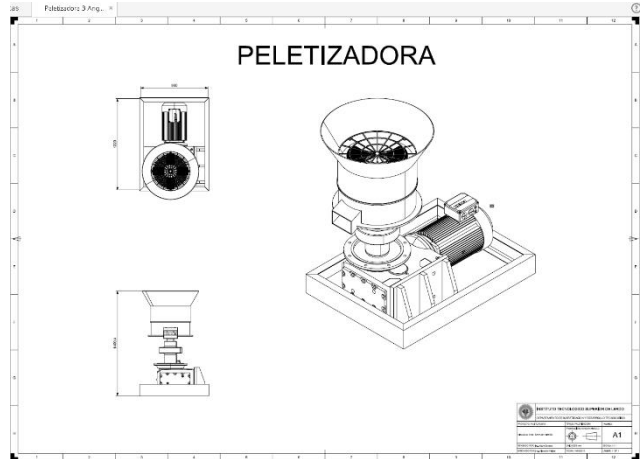


Figura 8. Dimensiones generalesde la máquina generadora de pelets.

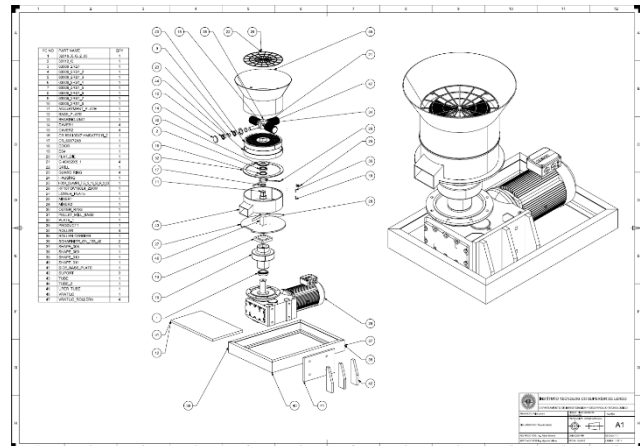


Figura 9. Vista explosionada de la máquina generadora de pelets.

Tabla 1 Listado de partes de la máquina peletizadora

No.	Nombre del Componente	Qty
1	Flat Die (Matriz)	1
2	Roller (Rodillos)	4
3	33112_Q (Rodamiento matriz)	1
4	Vratilo (Eje del sistema principal)	1
5	Outer Ring	1
6	Roller Carrier	1
7	Adjustment Plate (Plato de ajuste)	1
8	Vratilo_Rollera	4
9 - 16	63008_2RS1 (Rodamiento Rodillos)	8
17	CR 80x100x7	1
18	Mixer 1 (Distribuidor)	1
19	Mixer 2 (Cortador)	1

20	Cover 1	4
21	Cover 2	4
22	G 42x52x5	1
23	Guard Ring	1
24	CR_60x72x8	1
25	Scharnier GN_128_40 (Bisagras)	2
26	Hook Clamps tle 15 52 R2 03 (Seguro)	1
27	Door (Puerta)	1
28	Tube 2	1
29	Lower Plate	1
30	Grill (Parrilla)	1
31	Upper Tube (Alimentador)	1
32	Plate_1	1
33	Tube (Expulsador)	1
34	Hausing (cubierta)	1
35	MotorReductor KF 107 DV180L4 22KW	1
36	32018_X_q (Rodamiento Inferior)	1
37	Bearing Unit	1
38	ES4	1
39	Support	1
40	Side Base Plate	1
41	Base Plate	1
42 - 45	Polín 6x2 pulg - Calibre 14	4

## VI. REFERENCIAS

- [1] Behnke, K.C. (2001) "Factors Influencing pellet quality," *Feed Tech*, vol. 5, no. 4, pp. 19-22.
- [2] Buynas, R.; Nisbett, K.; Shigley, E. (2011). *Shigley's mechanical engineering design*, 9na ed. Ed. Mc GrawHill. New York.
- [3] Vilchis, L. (2002) *Metodología del diseño: fundamentos teoricos*, 3ra ed. Ed. Centro Juan Acha, Investigación Sociológica en Arte Latinoamericano. D.F. México.
- [4] Payne, P.; Rattink, W.; Smith, T.; Winowinski, T. (2001) "Production Staff in the compound feed Industry," *Borregaard lingotech.*, Sarpsborg, Norway, 72.
- [5] NOM-061-ZO-1999, especificaciones zoosanitarias de los productos alimenticios para consume animal

## VII. BIOGRAFÍA



**Arturo Serrano Hernández** nacido en Torreón Coah. Méx. El 21 de agosto de 1988. Habiendo obtenido el título de Ingeniero Mecánico con especialidad en Diseño Industrial por el Instituto Tecnológico de la Laguna en la ciudad de Torreón Coah. Méx en abril del 2012. Actualmente cursando la maestría en Planeación estratégica y dirección de tecnología en la Universidad Popular

Autónoma del Estado de Puebla ubicada en la ciudad de Puebla, Pue. Méx.

El actualmente labora en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo como Profesor Investigador en la Subdirección de Investigación y Desarrollo Tecnológico como responsable del área de diseño así como en el área de Electromecánica, en la ciudad de Lerdo, Dgo. Méx. Las líneas de investigación de interés son en relación la automatización de procesos industriales y a la mecatrónica.

El Ing. Serrano perteneció a la Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (ASME) en el 2010, tomó un diplomado en Tecnomatix, software de SIEMENS en la Universidad del Valle de Puebla, en la ciudad del Puebla, Pue. México a finales del 2013. Participo como coautor del artículo Ingeniería de Procesos Administrativos para la Mejora del Desempeño Organizacional: Caso de estudio, ponencia presentada en el congreso Internacional de Investigación Ciencias y Sustentabilidad de Academia Journals en la Univerisidad Veracruzana en la ciudad de Tuxpan, Veracruz.



**Efraín Vaquera González** nacido en Gómez Palacio Durango el 3 de octubre de 1989. Actualmente realiza un estudio de posgrado en Especialización en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la ciudad Lerdo Durango, México.

El actualmente trabaja en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo localizado en la ciudad de Lerdo Durango, México como Docente e investigador, teniendo como temas de interés el Diseño Industrial, la automatización y la mecatrónica. Él Ing. Vaquera fue campeón nacional del campeonato de VEX Robotics en el área de programación autónoma celebrado en la ciudad de Tapachula, Chiapas, así mismo obtuvo el lugar 13 en el campeonato internacional VEX Robotics en la misma especialidad celebrado en la ciudad de Orlando Florida, EUA.



**Diego Alberto Román Landeros** nacido en Gómez Palacio Durango el 9 de junio de 1990. Actualmente realiza un estudio de posgrado en Especialización en Ingeniería Mecatrónica en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo en la ciudad Lerdo Durango, México.

El actualmente trabaja en el Instituto Tecnológico Superior de Lerdo localizado en la ciudad de Lerdo Durango, México como Docente e investigador, teniendo como temas de interés el control electrónico de sistemas, la automatización y la mecatrónica en el ramo automotriz.