



ESCUELA POLITÉCNICA DEL EJÉRCITO

EXTENSIÓN LATACUNGA

CARRERA DE INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA
LA RECOLECCIÓN DE LA GALLINAZA EN EL PLANTEL AVÍCOLA
“REGALO DE DIOS”.**

**PROYECTO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

MAURICIO XAVIER ANDRADE GARCÍA

JORGE LUIS LOZADA ESCOBAR

LATACUNGA, JULIO 2009

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, LOZADA ESCOBAR JORGE LUIS

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA GALLINAZA EN EL PLANTEL AVÍCOLA REGALO DE DIOS**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Julio del 2010

LOZADA ESCOBAR JORGE LUIS

C.I. N° 1804018206

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

YO, ANDRADE GARCÍA MAURICIO XAVIER

DECLARO QUE:

El proyecto de grado denominado “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA GALLINAZA EN EL PLANTEL AVÍCOLA REGALO DE DIOS**”, ha sido desarrollado con base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan al pie de las páginas correspondientes, cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance científico del proyecto de grado en mención.

Latacunga, Julio del 2010

ANDRADE GARCÍA MAURICIO XAVIER

C.I. N° 0502668148

AUTORIZACIÓN

Nosotros, Andrade García Mauricio Xavier Y Lozada Escobar Jorge Luis

Autorizamos a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca Virtual de la Institución del Trabajo “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA AUTOMATIZADO PARA LA RECOLECCIÓN DE LA GALLINAZA EN EL PLANTEL AVÍCOLA REGALO DE DIOS**”, cuyo contenido, ideas y criterios son de nuestra exclusiva responsabilidad y autoría

Latacunga, Julio del 2010

Andrade García Mauricio Xavier
C.I. N° 0502668148

Lozada Escobar Jorge Luis
C.I. N° 1804018206

CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado en su totalidad por los señores Sr. MAURICIO XAVIER ANDRADE GARCÍA y el Sr. JORGE LUIS LOZADA ESCOBAR como requerimiento parcial a la obtención del título de INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA.

Ing. Oscar Arteaga
DIRECTOR DE TESIS

Ing. Héctor Terán
CODIRECTOR DE TESIS

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por la vida, a mi abuelita Antonia por ser el pilar fundamental en los momentos difíciles, a mis padres que me encaminaron en las acciones de mi vida, a mis hermanas y hermano que con sus consejos me apoyan a terminar las metas que me proponga y a toda mi familia que siempre me dieron alientos para sobrellevar la vida.

Xavier

Agradezco a Dios por haberme dado la vida, a mis padres que me supieron darme su apoyo, a mis hermanas que con su diario vivir fueron una gran fortaleza, a mi esposa e hijo por darme la oportunidad de superarme, a mis profesores que con su experiencia supieron guiarme en cada paso que daba.

Al Plantel Avícola Regalo, en especial al: Ing. Gustavo Villacís y su esposa la Sra. Lourdes Mora, por habernos abierto las puertas en la realización del presente proyecto para beneficio mutuo.

Jorge Luis

DEDICATORIA

A mis padres y hermanos que con su trabajo y cariño me supieron guiar por el camino correcto con el apoyo incondicional en los momentos buenos y malos, por ello siempre los llevo en mi corazón.

Xavier

Este trabajo está dedicado a mi Esposa, a mi Hijo, a mis Padres y Hermanas; a quienes gratifico por su amor, cariño y comprensión en momentos difíciles que ha tenido la vida estudiantil. En todo momento los llevo en mi corazón y son mi gran adoración.

Jorge Luis

INDICE GENERAL

	Pág.
CAPITULO I	- 1 -
MARCO TEÓRICO.....	- 1 -
1.1 ANTECEDENTES.	- 1 -
1.2 LA IMPORTANCIA DE LA AVICULTURA A NIVEL MUNDIAL.....	- 2 -
1.2.1 CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES NORMAS DE EXPLOTACIÓN.	- 2 -
1.2.2 ALOJAMIENTO DE LAS GALLINAS EN LA FASE DE PUESTA.	- 6 -
1.2.3 SISTEMAS PARA RETIRADA DE YECCIONES.	- 8 -
1.2.4 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS, BACTERÍAS.....	- 9 -
1.2.5 ESTRUCTURA DE LOS GALPONES.	- 12 -
1.3 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS.	- 14 -
1.3.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS.	- 14 -
1.3.2 CABLE DE ACERO.	- 15 -
1.3.3 POLEAS.....	- 16 -
1.3.4 PERNOS.....	- 17 -
1.3.5 TUERCAS.....	- 17 -
1.3.6 RODAMIENTOS	- 17 -
1.3.7 MOTOR REDUCTOR	- 18 -
1.4 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.	- 18 -
1.4.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.....	- 18 -
1.4.2 MOTOR ELÉCTRICO.....	- 19 -
1.4.3 TIPOS DE ARRANQUES.	- 19 -
CAPITULO II	- 21 -
DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES.....	- 21 -
2.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS.	- 21 -
2.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.....	- 21 -
2.1.2 MODELADO COMPUTACIONAL DE LA OBRA CIVIL.	- 21 -
2.1.3 DETERMINACION DE LA POTENCIA DEL MOTOR.	- 23 -
2.1.4 SELECCIÓN DEL MOTOR.....	- 28 -
2.1.5 SELECCIÓN DE LA CAJA REDUCTORA.....	- 28 -
2.1.6 MODELADO COMPUTACIONAL Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.....	- 30 -
2.1.7 ANÁLISIS CINEMÁTICO Y CINÉTICO DEL SISTEMA MECÁNICO.....	- 35 -
2.1.8 ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL SISTEMA MECÁNICO.....	- 37 -
2.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS	- 54 -

2.2.1	DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL	- 54 -
2.2.2	SELECCIÓN DE CONDUCTORES.....	- 56 -
2.2.3	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN	- 59 -
2.2.4	SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.....	- 60 -
2.2.5	SIMULACIÓN DEL SISTEMA EN UN SOFTWARE.....	- 61 -
2.3	ANÁLISIS DE CARGA ENERGÉTICA DEL GALPÓN Nº 4.....	- 63 -
2.4	PLANOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.....	- 65 -
2.5	DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA.....	- 65 -
CAPITULO III		- 68 -
CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN		- 68 -
3.1	CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CÍVIL.....	- 68 -
3.2	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.....	- 71 -
3.3	CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTICO.....	- 75 -
CAPITULO IV.....		- 79 -
PRUEBAS.....		- 79 -
4.1	PRUEBAS MECÁNICAS.....	- 79 -
4.2	PRUEBAS ELÉCTRICAS.....	- 81 -
4.3	MANUAL DE OPERACIÓN.....	- 83 -
4.4	MANUAL DE MANTENIMIENTO.....	- 84 -
CAPITULO V.....		- 88 -
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		- 88 -
5.1	CONCLUSIONES.....	- 88 -
5.2	RECOMENDACIONES	- 90 -
BIBLIOGRAFÍA		- 92 -

INDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1.1 Cable De Acero Y Sus Elementos	- 16 -
Figura 1.2 Motor Reductor	- 18 -
Figura 1.3 Curva de Arranque Directo de un motor trifásico	- 20 -
Figura 2.1 Modelación de la cama	- 22 -
Figura 2.2 Modelación de la base de anclaje del motor	- 22 -
Figura 2.3 Modelación de la rampa de desalojo de la gallinaza	- 23 -
Figura 2.4 Diagrama de cuerpo libre.....	- 23 -
Figura 2.5 Modelación del Aro	- 30 -
Figura 2.6 Modelación de la chumacera de 40 mm.....	- 30 -
Figura 2.7 Modelación del eje de las llantas.....	- 31 -
Figura 2.8 Modelación del eje del motor de 40 mm.....	- 31 -
Figura 2.9 Modelación del eje de la polea	- 32 -
Figura 2.10 Modelación del gancho de sujeción.....	- 32 -
Figura 2.11 Modelación de la polea	- 33 -
Figura 2.12 Modelación de la rueda.....	- 33 -
Figura 2.13 Modelación del sistema estructural	- 34 -
Figura 2.14 Modelación de la pala	- 34 -
Figura 2.15 Ensamblaje del sistema.	- 35 -
Figura 2.16 Configuración: a) revoluciones de salida de la caja reductora,.....	- 36 -
Figura 2.17 Ejecución del análisis de movimiento y generación de algunas curvas de resultados ..	- 36 -
Figura 2.18 Ventana para la importación de cargas desde el análisis de movimiento.....	- 37 -
Figura 2.19 Tensión de Von Mises en el aro	- 38 -
Figura 2.20 Desplazamientos resultantes en el aro.....	- 39 -
Figura 2.21 Distribución del factor de seguridad en el aro.	- 40 -
Figura 2.22 Tensión de Von Mises en el eje de las ruedas.	- 41 -
Figura 2.23 Desplazamientos resultantes en el eje de las rudas.	- 41 -
Figura 2.24 Distribución del factor de seguridad en el eje de las ruedas.	- 42 -
Figura 2.25 Tensión de Von Mises en el eje de la caja reductora.	- 43 -
Figura 2.26 Desplazamientos resultantes en el eje de la caja reductora.	- 44 -
Figura 2.27 Distribución del factor de seguridad en el eje de la caja reductora.	- 44 -
Figura 2.28 Tensión de Von Mises en el eje de la polea.	- 45 -
Figura 2.29 Desplazamientos resultantes en el eje de la polea.	- 46 -
Figura 2.30 Distribución del factor de seguridad en el eje de la polea.	- 46 -

Figura 2.31 Tensión de Von Mises en el gancho.....	- 47 -
Figura 2.32 desplazamientos resultantes en el gancho.....	- 48 -
Figura 2.33 Distribución del factor de seguridad en el gancho.....	- 48 -
Figura 2.34 Tensión de Von Mises en la pala.....	- 50 -
Figura 2.35 Desplazamientos resultantes en la pala.	- 50 -
Figura 2.36 Distribución del factor de seguridad en la pala.....	- 51 -
Figura 2.37 Tensión de Von Mises en la estructura.	- 52 -
Figura 2.38 Desplazamientos resultantes en la estructura.....	- 52 -
Figura 2.39 Distribución del factor de seguridad en la estructura.	- 53 -
Figura 2.40 Diagrama Unifilar.	- 56 -
Figura 2.41 Circuito de control y fuerza	- 61 -
Figura 2.42 Control de Giro Derecha	- 62 -
Figura 2.43 Control de Giro Izquierda.....	- 62 -
Figura 3.1 Infraestructura anterior.....	- 68 -
Figura 3.2 Construcción de la Obra Civil	- 69 -
Figura 3.3 Puertas de acceso	- 69 -
Figura 3.4 Construcción de las paredes	- 70 -
Figura 3.5 Construcción de la cama	- 70 -
Figura 3.6 Rampa de Recolección.....	- 71 -
Figura 3.7 Empotramiento de Correas “G”	- 71 -
Figura 3.8 Empotramiento Motor – Reductor.....	- 72 -
Figura 3.9 Acoplamiento del Eje	- 72 -
Figura 3.10 Acoplamiento del Tambor.....	- 73 -
Figura 3.11 Acoplamiento del tensor M16 y la estructura.....	- 74 -
Figura 3.12 Montaje de la estructura	- 74 -
Figura 3.13 Empotramiento del Eje y la polea	- 75 -
Figura 3.14 Tablero de control	- 76 -
Figura 3.15 Breaker Principal.....	- 76 -
Figura 3.16 Breaker Secundario	- 77 -
Figura 3.17 Control de Motores	- 78 -
Figura 3.18 Alimentación del Motor	- 78 -
Figura 4.1 Restos de gallinaza.....	- 81 -

INDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1.1 Esfuerzos F_y , F_u de Acero Estructural	- 15 -
Tabla 2.1 Relación D/d Diámetro de poleas y tambores.	- 25 -
Tabla 2.2 Propiedades físicas y mecánicas de los cables de acero	- 26 -
Tabla 2.3 Propiedades del material de los aros.....	- 38 -
Tabla 2.4 Propiedades del material del eje.....	- 43 -
Tabla 2.5 Propiedades del material de la pala.....	- 49 -
Tabla 2.6 Factor de seguridad para materiales dúctiles	- 54 -
Tabla 2.7 Descripción de maquinaria instalada.	- 57 -
Tabla 2.8 Análisis de resultados eléctricos	- 64 -
Tabla 4.1 Tiempo de funcionamiento.....	- 79 -
Tabla 4.2 Velocidad de funcionamiento.	- 80 -
Tabla 4.3 Peso aproximado del abono.	- 80 -
Tabla 4.4 Voltaje y Caída de voltaje en las líneas.	- 81 -
Tabla 4.5 Corriente de accionamiento de los breakers en los circuitos.	- 82 -
Tabla 4.6 Hoja de mantenimiento del sistema.....	- 85 -

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 ANTECEDENTES.

La avicultura ha sido una de las actividades dinámicas del Sector Agropecuario en los últimos diez años, debido a la gran demanda de sus productos por todos los estratos de la población, incluso habiéndose ampliado los volúmenes de ventas en los mercados fronterizos.

La actividad avícola se ha considerado como un complejo agroindustrial que comprende la producción agrícola de maíz, grano de soya, alimentos balanceados y la industria avícola de carne y huevos.

El manejo y eliminación de las deyecciones de gallinas resulta ser otros de los principales problemas a los que se enfrenta el sector avícola del país, sobre todo en casos de granjas situadas en las cercanías de poblaciones, siendo en muchos casos el motivo del cierre de muchas explotaciones. Así mismo, aunque la gallinaza puede considerarse un subproducto con numerosos usos potenciales, suele tratarse como un residuo cuya eliminación tiene un costo adicional para el avicultor.

La problemática de la retirada de gallinaza en granjas depende fundamentalmente del tipo de jaula de que se disponga. La retirada manual a pala es el método propio de las pequeñas explotaciones sin ningún tipo de mecanización. La retirada mecánica con un tractor provisto de pala lateral sólo se usa en instalaciones abiertas equipadas con jaulas suspendidas del techo. La retirada desde un foso profundo requiere disponer de una nave con esta instalación. La retirada con pala mecánica es el sistema utilizado principalmente en las granjas con baterías de varios pisos. Por último, la retirada periódica con cintas de plástico es el sistema más moderno y más eficiente pudiéndose utilizar con la frecuencia que se desee y produciendo un

procesado de las deyecciones en la misma nave generando un posterior manejo sencillo de gallinaza.

1.2 LA IMPORTANCIA DE LA AVICULTURA A NIVEL MUNDIAL.

El sector de la avicultura de puesta posee un gran potencial desarrollo que puede convertirlo en factor de dinamización sobre la economía de muchas regiones de nuestro país. Aunque el término avicultura de puesta hace referencia a los huevos producidos por diversos tipos de ave, la producción de huevos de gallina posee importancia relativa considerablemente superior a las otras especies, sin duda el huevo de gallina es uno de los alimentos más consumidos por el hombre.

Así los productos derivados del huevo (ovoproductos) se emplean como materias primas en procesos de elaboración de otros alimentos o determinados productos industriales.

La producción anual actual se puede situar oficialmente alrededor de 48,5 – 50 millones de toneladas de huevos con destino al consumo. Ello puede equivaler a unos 815.000 millones de unidades.

1.2.1 CARACTERÍSTICAS Y PRINCIPALES NORMAS DE EXPLOTACIÓN.

Las presentes características y normas sirven para cuidar los distintos aspectos que conforman el manejo de las aves; las mismas que servirán para alcanzar las elevadas producciones, en función del patrimonio genético.

Localización y Registro.

Las granjas e instalaciones dedicadas a la producción de aves reproductoras tanto para la línea de producción de carne como para los huevos, deberán estar convenientemente registradas por la autoridad competente, y cumplir los requisitos establecidos en normativas sobre ordenación de explotaciones ganaderas. En el

caso de nuevas construcciones deberá evitarse, además, la proximidad con otras granjas avícolas u otras especies animales.

Instalaciones.

En general, los planteles avícolas destinados a la producción de aves ponedoras deberán diseñar sus instalaciones de forma que permitan mantener un alto nivel de bioseguridad que prevenga la introducción de bacterias y microorganismos potencialmente peligrosos para la salud humana y animal.

La explotación se situará en un área delimitada, aislada del exterior y que permita un control de entradas y salidas en la misma, dispondrá de sistemas efectivos que protejan a las aves, en la medida de lo posible, del contacto con vectores de transmisión de enfermedades.

En las granjas de nueva construcción, el perímetro deberá estar claramente delimitado y protegido, debiendo estar vallado y con una puerta de acceso cerrada con objeto de controlar la entrada de visitantes y vehículos, dicho vallado deberá estar como mínimo a 10 metros de las naves.

Material.

En los locales para alojamiento de las aves se mantendrá única y exclusivamente el material imprescindible y durante el tiempo necesario para el trabajo diario, debiéndose almacenar los utensilios, previamente limpios y desinfectados, en locales específicos.

Las superficies de las naves deberán ser lisas, duras y de fácil limpieza y desinfección. En la medida de lo posible, la construcción de los edificios aledaños, como los almacenes, servicios, etc. debe ser de una calidad similar. Se evitará la presencia de material de construcción poroso en el interior de las naves a fin de facilitar la acción de los desinfectantes.

Accesos.

La entrada a las naves se realizará mediante accesos específicos claramente señalados, diseñados de forma que no sea posible acceder a la granja sin la compañía de los responsables de la misma.

Transporte.

Todos los vehículos y materiales empleados en el transporte de huevos, pollitas de un día o pollitas de recría así como de los animales con destino al matadero deberán limpiarse y desinfectarse mediante productos autorizados antes de su uso. Los vehículos y materiales serán sometidos a limpieza y desinfección a más tardar 24 horas después de finalizar cada transporte de animales o huevos a una explotación de destino determinada y, en cualquier caso, antes de utilizarse de nuevo en el caso de transporte de animales.

Los vehículos destinados al transporte de animales dentro de la misma granja deberán someterse al proceso de limpieza y desinfección dentro del proceso de limpieza y desinfección general de la granja.

Las granjas deberán disponer de dispositivos para desinfectar camiones y vehículos de transporte, de forma que antes de su entrada al perímetro de la explotación, los vehículos autorizados deban pasar obligatoriamente por un arco de desinfección o sistema equivalente que contenga una solución desinfectante autorizada y con unas dimensiones tales que permita la desinfección total del camión.

Acceso de personal ajeno a la granja.

El acceso de personal ajeno al plantel avícola deberá restringirse a lo estrictamente necesario y deberá controlarse documentalmente mediante el mantenimiento de un libro de visitas que será cumplimentado en todos los casos en que personas ajenas a las instalaciones penetren al interior de dicha explotación.

Los comerciales, veterinarios, personal de mantenimiento y técnicos de servicios exteriores, que pueden haber estado en contacto con otras explotaciones, deben considerarse visitantes de alto riesgo, como posible fuente de dispersión de

enfermedades entre explotaciones. Sus vehículos deberán permanecer alejados de la entrada a las instalaciones.

Sistema de manejo.

El funcionamiento de la granja estará basado en principios de bioseguridad y manejo por unidades de producción en la misma edad y estatus sanitario.

Técnicamente, el sistema de manejo “todo dentro-todo fuera” es el único apropiado en los alojamientos de aves reproductoras. .

Temperatura.

En gallinas adultas, la tolerancia o el margen de temperatura adecuadas es bastante amplio y puede situarse entre 1°C y los 25°C. Dentro este intervalo, las variaciones de temperatura no hacen que las ponedoras alteren su producción.

Las aves son animales homeotermos es decir, son capaces de generar intercambio de calor entre ellas y el medio circundante. Dicho intercambio tiene lugar de dos formas: calor sensible y calor latente, las bajas temperaturas provocan como consecuencia un aumento en el consumo de la comida.

Ventilación.

Al conseguir una adecuada ventilación dentro de los alojamientos es, sin duda, uno de los objetivos más importantes en alcanzar, en cualquiera de las fases productivas, si queremos que las aves expresen todo su potencial productivo. El subestimar la importancia de cubrir las necesidades reales de ventilación, puede dar lugar a decesos productivos muy importantes, e incluso originar la muerte de las aves.

Densidad y tamaño del grupo.

Desde un punto de vista estrictamente técnico las densidades de población recomendadas para las ponedoras en jaula, como en piso se detallan a continuación.

Ponedoras en jaula se recomienda ponerlas de 7 a 8 aves. Ponedoras en piso de 24 a 26 aves por metro cuadrado.

Iluminación.

Durante la fase de puesta, la iluminación adquiere especial relevancia, ya que, en este caso, el estímulo luminoso, interviene como principal agente desencadenante del proceso de formación del huevo y de su oviposición.

La luz blanca abarca varios tipos de bandas del espectro luminoso y, dentro de ellas, se encuentran aquellas que ayudan al estímulo nervioso de las aves.

1.2.2 ALOJAMIENTO DE LAS GALLINAS EN LA FASE DE PUESTA.

En principio, las opciones de que dispone el avicultor, a la hora de alojar a las gallinas ponedoras comerciales durante la fase de puesta, son:

- a) Alojamiento sobre suelo.
- b) Alojamiento en jaulas, con las diversas variantes posibles.

Los criterios técnicos, en los que nos apoyamos, para afirmar que el alojamiento en jaulas es, desde una perspectiva comparativa global, más adecuada, son fundamentalmente, los siguientes:

1. La producción de huevos por gallina alojada es ligeramente mayor en explotaciones de ponedoras ubicadas en jaulas. Además, el peso medio del huevo también es mayor en este caso, lo que se traduce en una mayor proporción de huevos.
2. El número de huevos sucios, y por lo tanto no directamente comercializables, es significativamente inferior, en el caso de aves ponedoras alojadas en jaulas, y, paralelamente, es ligeramente superior el porcentaje de huevos rotos.

3. El índice de conversión (kg alimento/kg huevos) es claramente favorable al alojamiento en jaulas. En el caso del alojamiento sobre suelo, el consumo diario individual es algo mayor y la puesta es significativamente inferior; evidentemente.
4. La mortalidad de las aves constituye quizá el punto más contradictorio. Es posible que sea en este tema donde, los factores ajenos al propio tipo de alojamiento, pueden distorsionar más los resultados obtenidos.
5. Sin embargo, la mortalidad de las aves alojadas en jaulas no sólo es superior a la mortalidad de aves explotadas sobre suelo, sino que, tal vez, incluso puede ser inferior.

Además de los aspectos técnicos mencionados, hay otra serie de aspectos que también deben ser contemplados, por su elevada repercusión económica:

- a) La mano de obra directa necesaria: no cabe duda de que las posibilidades de automatización son mayores cuando las aves se explotan en baterías (en este caso no son necesarias las operaciones de manejo de yacijas). Ello da lugar al rendimiento de la mano de obra, y la necesidad de su cualificación, sean superiores en las explotaciones con jaulas. Esta realidad reduce las necesidades cuantitativas en mano de obra directa.
- b) El nivel de inversión: la inversión por ave, respecto al equipo necesario, es más elevada en alojamientos con jaulas; sin embargo, significativamente mayores necesidades de superficie de explotaciones sobre suelo pueden compensar (a igualdad de estirpe), al menos parcialmente, el mayor nivel de inversión inicial mencionado para las explotaciones con baterías de jaulas.
- c) La higiene de los huevos: como ya hemos indicado, éste puede llegar a ser un serio problema en las explotaciones sobre suelo. Aparte de los ya mencionados riesgos de la puesta sobre suelo, puede suceder que algunos huevos permanezcan sin recoger varios días.
- d) La temperatura ambiental: en las épocas frías puede ocurrir que, en las explotaciones sobre suelo, y como consecuencia directa de la baja densidad animal en la explotación, la temperatura en el interior de la nave, sea insuficiente

(situación que es mucho más difícil que se produzca, a igualdad de condiciones climáticas, en las explotaciones con jaulas).

No obstante, un correcto cálculo de los requerimientos de las aves, en lo que a las condiciones ambientales se refiere, acompañado de un cuidadoso y profesional diseño de los alojamientos, contribuyen a que este tipo de problemas puedan minimizarse.

Consecuentemente, la gallinaza producida debe almacenarse, por tres motivos:

1. Para reducir el contenido en agua (y aumentar, por lo tanto, la eficacia y la rentabilidad del transporte).
2. Para conseguir la cantidad suficiente (lo más seca posible), que justifique dicho transporte.
3. Para adecuarse mejor a la demanda y, así, aumentar las posibilidades de rentabilizar su vida útil.

1.2.3 SISTEMAS PARA RETIRADA DEYECCIONES.

La gran cantidad de gallinaza producida diariamente por las aves, en este tipo de explotaciones intensivas, obliga a la utilización de sistemas de retirada de las mismas, que sean lo más eficaces posible.

En este sentido, hacemos una diferenciación entre:

a) Naves de foso profundo:

En este tipo de naves, la gallinaza excretada cae a un foso situado bajo el suelo de la nave, donde se acumula durante períodos prolongados de tiempo (como mínimo de un año). La principal ventaja de este sistema es que permite un secado importante de las deyecciones (hasta incluso, conseguir gallinaza con solo un 15 por 100 de humedad), que abarata su posterior transporte. Hay que tener un especial cuidado a la hora de al realizar su diseño, teniendo en cuenta, además de la capacidad del foso, la facilidad de secado de las deyecciones y eliminación de los gases nocivos.

b) Naves con sistema de retirada diaria mediante palas mecánicas:

En este caso, la gallinaza cae a fosos de poca profundidad (0,3-0,8 m), situados entre las líneas de las baterías. La gallinaza es retirada diariamente, con la ayuda de una pala que es arrastrada por un cable de acero. La gallinaza va desde los mencionados fosos a un elevador (que la puede transportar donde se desee), o a un foso de almacenamiento, con una elevada capacidad. La pendiente del elevador puede ser relativamente elevada (18-24°), y ello permite organizar la descarga para que ésta se efectúe directamente sobre un camión o sobre cualquier otro elemento de transporte.

La principal ventaja de este sistema es su costo relativamente bajo, y su mayor inconveniente es el gran contenido en humedad de las deyecciones.

c) Naves con sistema de retirada diaria mediante cintas transportadoras:

Consiste en una serie de cintas transportadoras, situadas debajo de cada piso de jaulas, que trasladan la gallinaza, generalmente, a otra cinta transversal, la cual completa el recorrido de salida al exterior. Existen sistemas de insuflaje de aire sobre las deyecciones, que contribuyen a su secado y disminuyen su elevado contenido en humedad, superándose este grave inconveniente. Como consecuencia de la elevada mecanización que conlleva, este sistema es relativamente caro.

1.2.4 ENFERMEDADES CAUSADAS POR VIRUS, BACTERÍAS.

Bronquitis infecciosa.

Agente causal: Esta enfermedad es causada por un coronavirus, el cual afecta sólo a pollos y gallinas.

Síntomas: Se producen ruidos respiratorios típicos de la enfermedad, tanto en aves jóvenes como en adultas, incluyendo jadeos, estertores (debido a la mucosidad de la tráquea), tos, secreción nasal y ojos llorosos.

Transmisión: La enfermedad se transmite fácilmente por medio del aire y cualquier otro medio mecánico. La bronquitis generalmente afecta a todo un lote de aves en forma simultánea, completando su curso respiratorio en 10-15 días.

Tratamiento y control: No existe un tratamiento específico y una vez que se presenta es difícil de controlar. Se puede producir inmunidad rápidamente mediante la aplicación de la vacuna. La vacuna de las cepas Connecticut o Massachusetts atenuadas, solas o en combinación, pueden aplicarse desde el primer día de nacidas.

Cólera aviar.

Agente causal: Es una enfermedad muy contagiosa de los pollos, pavos y otras aves. Es causada por una bacteria llamada Pasteurella multocida.

Síntomas: Puede presentarse en tres formas:

1.- En la forma aguda, el cólera aviar ataca todo el cuerpo, afectando a gran cantidad de animales y causa una mortalidad elevada. Gran cantidad de las aves dejan de comer y beber, perdiendo peso en forma rápida; pudiendo presentarse diarrea de color amarilloverdoso y una marcada caída en la producción de huevos. Puede ocurrir parálisis debido a las inflamaciones de las patas y dedos.

2.- En la forma sobreaguda, produce la muerte súbita de animales aparentemente sanos. El ataque es tan rápido que el mismo avicultor puede no notar que está ante un brote de la enfermedad.

3.- En ocasiones puede adoptar la forma crónica, en la que la enfermedad se localiza, provocando inflamaciones en la cara y barbillas de las gallinas. Las barbillas pueden tomar un color rojo vino y sentirse calientes al tacto.

Transmisión: Los desechos físicos de las aves enfermas contaminan el alimento, agua y la cama, infectándose así los otros animales sanos. También pueden infectarse cuando las aves sanas picotean los cadáveres de animales que padecieron la enfermedad. El brote se presenta entre los cuatro y nueve días después de contraída la infección.

Tratamiento y control: Para su tratamiento se ha recomendado el uso de sulfas, como la sulfaquinoxalina.

Para controlar la enfermedad se recomienda eliminar pronto los cadáveres, con el fin de no sean consumidos (canibalismo) por las otras aves. Se debe hacer una limpieza y desinfección total de las instalaciones y equipo. La aplicación de bacterinas es aconsejable en la mayoría de las zonas donde exista un alto grado de riesgo de que se presente un brote.

Influenza aviar.

Agente causal: Al igual que otros virus de la influenza aviar, pertenecen a la familia Orthomyxoviridae. Todos los virus de la influenza que afectan a los animales domésticos son del grupo "A". Los otros grupos "B" y "C" afectan sólo al ser humano; sin embargo el tipo "A" es el que origina generalmente las epidemias más importantes en el hombre.

Síntomas: Las infecciones causadas por Influenza Aviar Altamente Patógena (IAAP) dan como resultado una marcada depresión, plumas erizadas, inapetencia, sed excesiva, caída en la producción de huevo y diarrea acuosa. Esta última es de un color verde brillante, modificándose a casi totalmente blanca.

Las aves adultas con frecuencia presentan inflamación de las barbillas y crestas, además de edema alrededor de los ojos. A menudo se encuentran las puntas de las crestas con un color cianótico o morado. Los últimos huevos puestos después de iniciado el brote, por lo general son sin cascarón. Los síntomas respiratorios pueden o no ser un factor significativo de la enfermedad, debido a la gravedad de la lesión en la tráquea y a la acumulación de mucosidad. La mortalidad y morbilidad, de hasta un 100%, puede presentarse durante las primeras 24 horas y prolongarse hasta una semana o más; aunque algunos animales gravemente afectados podrían recuperarse.

Transmisión: Se cree que las aves acuáticas migratorias son generalmente las responsables de introducir el virus en los pollos y gallinas. Las investigaciones indican que el virus se extiende de unas a otras por medio del movimiento de las aves infectadas, equipo, cartones para huevo o camiones con alimento contaminado

y por medio del agua contaminada con secreciones y por vía aérea o aerosol, cuando estornudan los animales infectados.

Tratamiento y control: Las vacunas inactivas en aceite han demostrado ser efectivas, tanto para reducir la mortalidad como para prevenir la enfermedad.

El tratamiento con hidrocloreuro de amantadina ha sido aprobado para uso en humanos desde 1966 y es efectivo para atenuar la severidad e incidencia de Influenza Aviar. Puede administrarse por medio del agua de bebida.

No existe evidencia que justifique inquietud alguna de que los virus aviares sean una amenaza para los humanos.

PARASITOS.

Los parásitos internos causan pérdidas millonarias a la avicultura en el mundo entero; sin embargo, muy pocos productores tienen la costumbre de buscar la presencia de parásitos en forma periódica, en el excremento de sus aves. La mayoría de estos parásitos se observan a simple vista, especialmente la lombriz intestinal grande, llamada ascaris (*Ascaridia galli*) y la tenia o lombriz plana, conocida comúnmente como "solitaria". Existen otras lombrices más pequeñas que a veces no se distinguen con facilidad a simple vista, como la cecal (*Heterakis gallinae*) y la capilar.

1.2.5 ESTRUCTURA DE LOS GALPONES.

1. Techo.

El techo debe proveer la debida ventilación. Los galpones de pequeña capacidad no tienen problemas de ventilación, pero los de gran capacidad necesitan de una ventilación activa que renueve constantemente el oxígeno.

a. Techo de un agua.

Para galpones de pequeña capacidad, cuya amplitud no debe ser mayor de 6 m. el lado de menor altura debe oponerse al viento dominante.

b. Techo de dos aguas.

Cerradas para construcciones de 6 m. de ancho y de más de 10 m. de longitud. Tiene el inconveniente de que no permite una buena ventilación superior. No se aconseja para climas cálidos.

c. Techo de dos aguas asimétricas.

Se usa en construcciones de 8 a 10 m. de ancho. Permite una excelente ventilación superior. Tiene el inconveniente de que en caso de lluvia con viento fuerte, el agua pueda entrar por el desnivel superior.

d. Techo de dos aguas simétricas con claraboyas.

Se usa en construcciones de gran capacidad cuyo ancho es de 10 a 20 m. su construcción es más costosa, pero da excelentes resultados.

Los materiales más utilizados para la estructura del techo son de madera inmunizada y metal. La madera inmunizada es aconsejable para regiones donde la madera es abundante. Las estructuras de metal tienen un costo realmente alto, pero son resistentes y de instalación muy rápida.

Para la cubierta se utiliza láminas de zinc, de aluminio o de fibrocemento.

Las láminas de zinc o de aluminio reflejan los rayos solares. Esto evita el calentamiento excesivo del local.

2. Paredes.

En climas cálidos y templados las paredes quedan reducidas a 20 cm de altura. En climas fríos debe ser de 40 cm, el resto de la pared se cubre con malla de alambre de 4.25 cm de abertura. Esta porción debe tener cortinas hechas de manta o plástico, que se utilizan para regular la ventilación y la temperatura. Cuando hace frío o el viento es muy fuerte, las cortinas se bajan para proteger a las aves.

Las paredes pueden construirse utilizando adobes, ladrillos, bloques de cemento, madera, o columnas de ladrillo. Los adobes son baratos y fáciles de obtener, pero son de poca resistencia. Por su porosidad absorben mucha agua y pueden crear un

ambiente muy húmedo dentro del galpón. Los ladrillos macizos constituyen un excelente material, pero resultan costosos en la construcción de paredes que van a soportar poco peso. Los bloques huecos de cemento son materiales de larga duración que necesitan pocas reparaciones y permiten un buen estado sanitario.

3. Piso.

El piso del galpón debe estar a 20 cm, sobre el nivel del suelo. Así se da protección contra eventuales inundaciones y contra filtraciones de humedad. El piso debe contar con drenaje. Su inclinación será de 3%.

Como material para el piso se puede usar tierra apisonada. Su construcción es muy barata, aunque requiere mucha labor. Y la tierra absorbe estiércol, que produce mal olor. La cama se deteriora rápidamente.

El cemento es un buen aislante contra la humedad y es fácil de lavar y desinfectar, pero el mismo es costoso, pero a la vez tiene muchas ventajas que justifican su construcción.

1.3 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS MECÁNICOS.

1.3.1 ESTRUCTURAS METÁLICAS.

Se define como estructura de acero a los elementos o conjuntos de elementos de este material que forman la parte resistente y sustente de una construcción.

En la tabla 1.1 se indican los valores de los esfuerzos de los aceros estructurales F_y y F_u .

Tabla 1.1 Esfuerzos Fy, Fu de Acero Estructural

Nomenclatura		F _y ⁽³⁾		F _u ⁽⁴⁾	
NMX ¹	ASTM ²	MPa	kg/cm ²	MPa	kg/cm ²
B-254	A36	250	2 530	400 a	4 080 a
				550	5 620
B-99	A529	290	2 950	414 a	4 220 a
				585	5 975
B-282	A242	290	2 950	435	4 430
				320	4 710
				345	4 920
B-284	A572	290	2 950	414	4 220
				345	4 570
				414	5 270
				450	5 620
	A992	345	3 515	450 a	4 570 a
				620	6 330
B-177	A53	240	2 460	414	4 220
B-199	A500 ⁽⁵⁾	320	3 235	430	4 360
B-200	A501	250	2 530	400	4 080
	A588	345 ⁽⁶⁾	3 515 ⁽⁶⁾	483 ⁽⁶⁾	4 920 ⁽⁶⁾
	A913	345 a	3 515 a	448 a	4 570 a
		483 ⁽⁷⁾	4 920 ⁽⁷⁾	620 ⁽⁷⁾	6 330 ⁽⁷⁾

1.3.2 CABLE DE ACERO.

Un cable de acero es un conjunto de alambres de acero, retorcidos helicoidalmente, que constituyen una cuerda de metal apta para resistir esfuerzos de tracción con apropiadas cualidades de flexibilidad.

¹ Norma Mexicana.

² American Society for Testing and Materials.

Alambre.- Es el componente básico del cable de acero, el cual es fabricado en diversas calidades, según el uso al que se destine el cable final.

Torón.- Está formado por un número de alambres de acuerdo a su construcción, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un centro, en una o varias capas.

Alma.- Es el eje central del cable donde se enrollan los torones. Esta alma puede ser de acero, fibras naturales o de polipropileno.

Cable.- Es el producto final que está formado por varios torones, que son enrollados helicoidalmente alrededor de un alma.

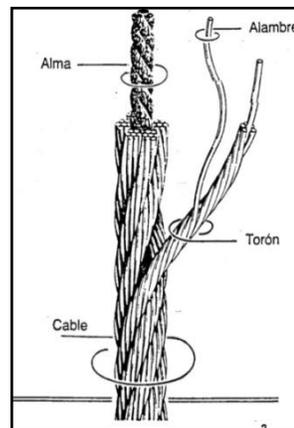


Figura 1.1 Cable De Acero Y Sus Elementos

1.3.3 POLEAS

Dispositivo mecánico de tracción o elevación, formado por una rueda (también denominada roldana) montada en un eje, con una cuerda que rodea la circunferencia de la rueda.

Clases De Poleas

Polea fija.- Esta polea esta fija a la viga, una polea fija simple es de hecho una palanca de primera clase con brazos iguales. Sirve únicamente para cambiar la dirección o el sentido de la fuerza, la carga solo es soportada por un segmento de la cuerda.

1.3.4 PERNOS

Elementos de ajuste que pueden hacerse de hierro, acero u otro material que no sea muy común como los pernos bonificados cuya característica es la de tener alta resistencia. En principio un perno se forma al tener un cuerpo cilíndrico y pasarle un espiral alrededor del mismo, el cual en combinación con una tuerca se acopla de forma que realizan un ajuste.

1.3.5 TUERCAS

Elemento complementario del perno que en combinación con este produce el ajuste. Al igual que los pernos generalmente son fabricados en material de Fierro 1020 o acero 1045. En principio es un cuerpo sólido, dentro del cual se pasa un macho el cual tiene como efecto producirle una rosca y en forma similar combina con un perno y se da el ajuste.

1.3.6 RODAMIENTOS

Es el conjunto de esferas que se encuentran unidas por un anillo interior y uno exterior, el rodamiento produce movimiento al objeto que se coloque sobre este y se mueve sobre el cual se apoya.

Tipos de rodamientos.

Rodamientos rígidos de bolas.- Son elementos robustos, versátiles y silenciosos. Pueden funcionar a altas velocidades y son fáciles de montar. Los rodamientos de una hilera también están disponibles en versiones obturadas; están lubricados de por vida y no necesitan mantenimiento.

Los rodamientos de una hilera con escote de llenado y los de dos hileras son adecuados para cargas pesadas.

1.3.7 MOTOR REDUCTOR

El reductor esta acoplado a un motor eléctrico normalizado asincrónico tipo jaula de ardilla, totalmente cerrado y refrigerado por ventilador para conectar a redes trifásicas de 220/440 voltios y 60 Hz.

Para proteger eléctricamente el motor es indispensable colocar en la instalación de todo motor reductor un guarda motor que limite la intensidad y un relé térmico de sobrecarga.



Figura 1.2 Motor Reductor

1.4 DESCRIPCIÓN DE ELEMENTOS ELÉCTRICOS.

1.4.1 CONDUCTORES ELÉCTRICOS.

Se llaman conductores eléctricos a los materiales que puestos en contacto con un cuerpo cargado de electricidad transmite ésta a todos los puntos de su superficie. Los mejores conductores eléctricos son los metales y sus aleaciones.

1.4.2 MOTOR ELÉCTRICO.

La misión fundamental del motor eléctrico es de transformar la energía eléctrica, que se suministra, en una energía mecánica que será la que se emplea para poner en movimiento el mecanismo del equipo que se instale.

Elementos que componen un motor.

1. La carcasa o caja que envuelve las partes eléctricas del motor, es la parte externa.
2. El inductor, llamado estator cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado estatórico, que es una parte fija y unida a la carcasa.
3. El inducido, llamado rotor cuando se trata de motores de corriente alterna, consta de un apilado de chapas magnéticas y sobre ellas está enrollado el bobinado rotórico, que constituye la parte móvil del motor y resulta ser la salida o eje del motor.

Motor de inducción polifásico.

El devanado primario de estos motores se conecta a una corriente alterna trifásica. Estos motores son empleados para grandes potencias. Los motores trifásicos se utilizan para el accionamiento de máquinas herramientas, bombas, monta cargas, ventiladores, grúas, ascensores.

1.4.3 TIPOS DE ARRANQUES.

Arranque directo.

Se trata del modo de arranque más sencillo en el que el estator se acopla directamente a la red. El motor se basa en sus características naturales para arrancar.

Características principales:

- Corriente de arranque
- Par de arranque
- Tiempo medio del arranque
- Ventajas de este arranque

$$I_a = 4 \text{ a } I_n$$

$$M_a = 0,6 \text{ a } 1,6 M_n$$

$$t_a = 2 \text{ a } 3 \text{ seg}$$

Buen par de arranque.

Equipo de arranque simple y económico.

- Inconvenientes

Punta de intensidad muy elevada.
En el arranque.

Posibilidad de sobrecargas puntuales de la red de alimentación

- Aplicación de este arranque

Máquinas de pequeña potencia en Arranque directo.

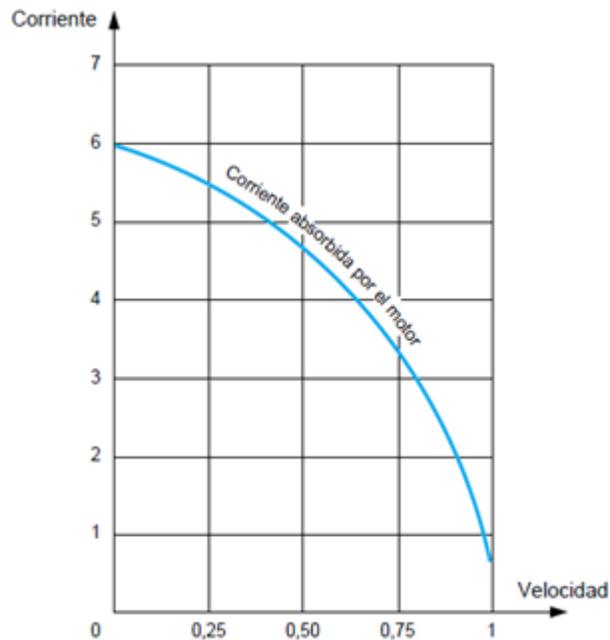


Figura 1.3 Curva de Arranque Directo de un motor trifásico

CAPITULO II

DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES.

2.1 DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES MECÁNICOS.

2.1.1 PARÁMETROS DE DISEÑO.

Antes de la selección de los componentes mecánicos, es necesario tomar en cuenta los siguientes datos que poseen influencia directa en el diseño del sistema.

En general el abono de gallina posee un 50% de agua, esto ha ocasionado que se deba tomar algunas muestras para poder determinar el peso aproximado en día de postura.

Número de gallinas.	3000
Peso neto del abono.	400 kg
Volumen de recolección	0,32 m ³
Longitud de recolección	60 m

2.1.2 MODELADO COMPUTACIONAL DE LA OBRA CIVIL.

El modelado computacional de la obra civil se ha realizado usando el paquete SolidWorks, el mismo que es un programa de diseño asistido por computadora que utiliza el Método de Elemento Finito (FEM), modelamos la obra civil que componen el sistema de recolección de gallinaza para su posterior ensamblaje, análisis y simulación; a partir de esto obtendremos resultados que nos permita lograr un diseño seguro y eficiente de cada uno de los elementos mecánicos.

Mediante la aplicación de los diferentes comandos para croquizar y realizar sólidos disponibles en el software, procedemos a modelar en 3D la obra civil del sistema:

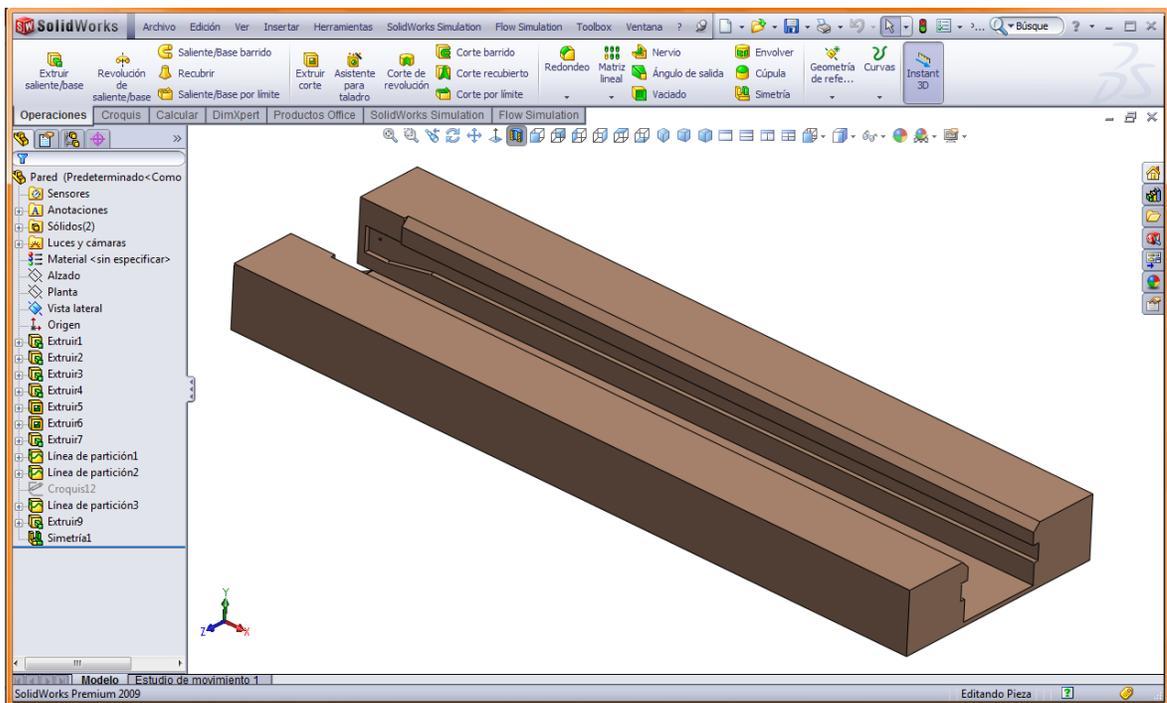


Figura 2.1 Modelación de la cama

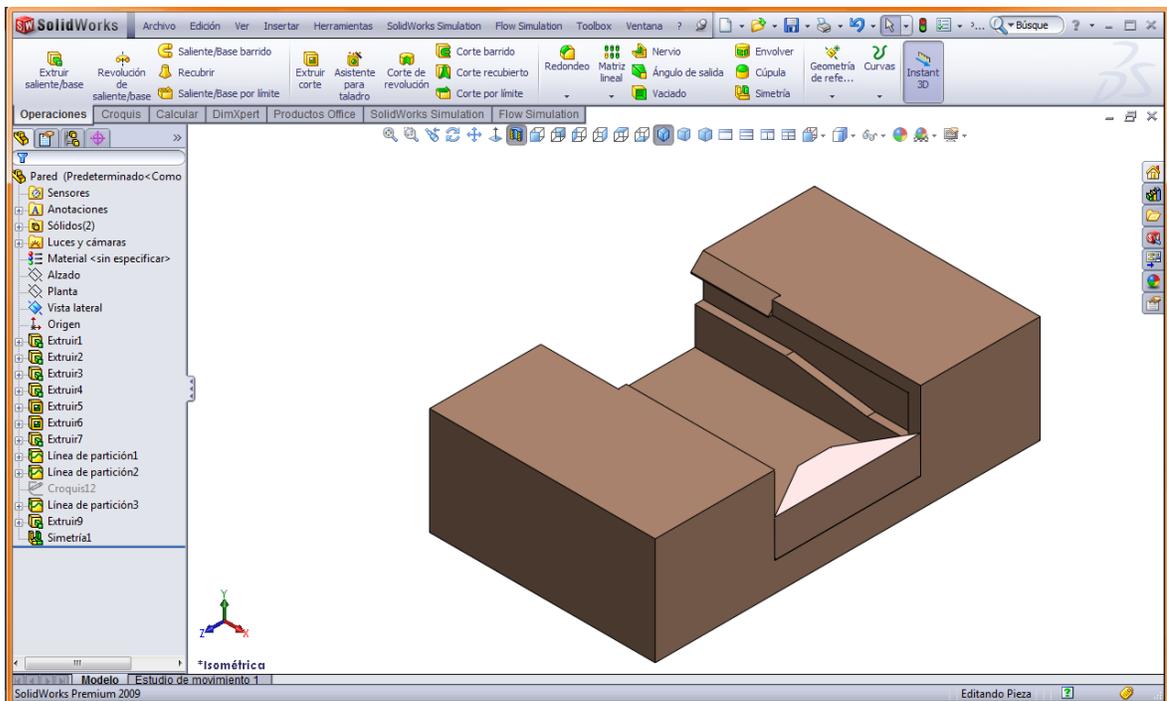


Figura 2.2 Modelación de la base de anclaje del motor

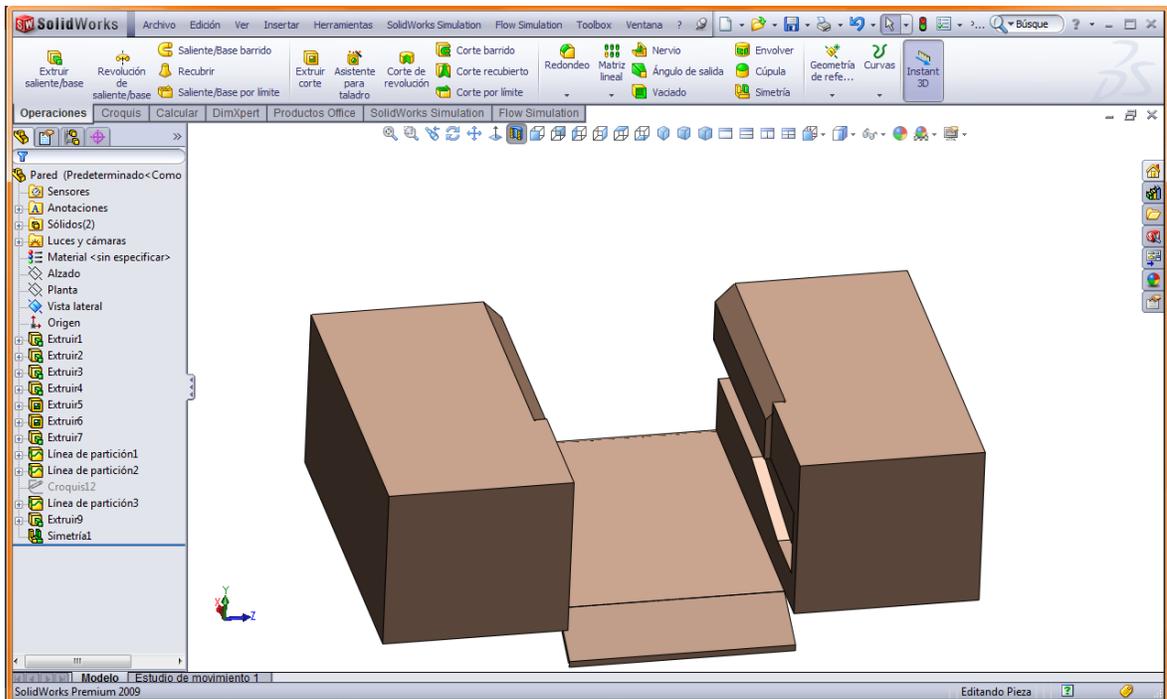


Figura 2.3 Modelación de la rampa de desalajo de la gallinaza

2.1.3 DETERMINACION DE LA POTENCIA DEL MOTOR.

En base a los parámetros antes mencionados se calcula la potencia requerida para el empuje del abono que se encuentra a lo largo de la fosa.

A continuación, mediante un análisis cinético se considera al abono como un cuerpo en un plano inclinado (figura 2.4) para proceder al cálculo del par torsor y la potencia del motor.

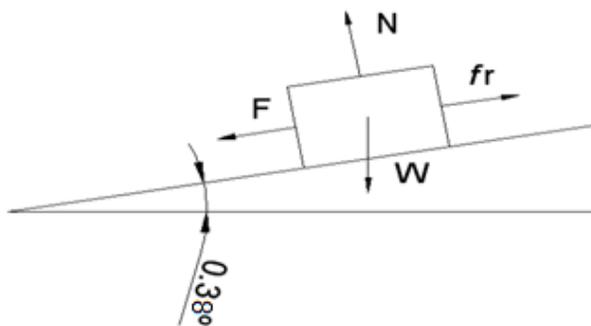


Figura 2.4 Diagrama de cuerpo libre

Sumatoria de fuerzas en "Y"

$$\sum f_y = 0$$

$$W_y - N = 0$$

$$W_y = N$$

Para la resolución se debe descomponer el peso en sus componentes rectangulares.

$$\cos \phi = \frac{W_y}{W}$$

$$W_y = 400 \text{ kg} * \cos (0.38^\circ)$$

$$W_y = 399.9 \text{ kg}$$

$$\text{Donde: } W_x = 2.65 \text{ kg}$$

Sumatoria de fuerzas en "X"

$$\sum f_x = 0$$

$$-F - W_x + f_r = 0$$

$$F = -W_x + N * \mu$$

Donde: Coeficiente de rozamiento cinético entre cemento y hule $\mu=0.8$

$$F = -2.65 \text{ kg} + 399.9 \text{ kg} * 0.8$$

$$F = 317.27 \text{ kg}$$

Para evitar cualquier problema en la cantidad de abono que arrojan las gallinas se procedió a sobredimensionar el 50% de la fuerza.

$$F = 1.5 * 317.27 \text{ kg}$$

$$F = 475.905 \text{ kg} = 4668.62 \text{ N}$$

$$F \approx 4670 \text{ N}$$

El torque que se necesita, está en relación con el peso del abono y con el radio de la polea.

El radio de la polea se ha seleccionado en base al tamaño del cable de acero, para este caso se utiliza el de 3/8" 6x19 alma de yute que se obtiene de la tabla 2.1

Tabla 2.1 Relación D/d Diámetro de poleas y tambores.

LA RELACION D/d DIAMETRO DE POLEAS Y TAMBORES

Relación del Tipo de Cables y Diámetro de la Polea o Tambor		
Tipo de cable	Diámetros Recomendados	Diámetros Mínimos
6 x 7	72 x Ø del cable	42 x Ø del cable
6 x 19 Seale	51 x Ø del cable	34 x Ø del cable
6 x 19 Común	39 x Ø del cable	26 x Ø del cable
18 x 7	51 x Ø del cable	34 x Ø del cable
6 x 25 Filler	39 x Ø del cable	26 x Ø del cable
6 x 36 Warrington-Seale	34 x Ø del cable	23 x Ø del cable
6 x 37 Común	27 x Ø del cable	18 x Ø del cable
6 x 41 Warrington-Seale	31 x Ø del cable	20 x Ø del cable

El uso de diámetros mayores de que aquellos recomendados arriba solo puede traer beneficios para la vida útil del cable .



Esta es una relación de extrema importancia en muchos aspectos del estudio de los cables de acero. Mide la curvatura del eje de un cable en relación con su propio diámetro.

Por tanto:

El diámetro de la polea para el cable de acero 3/8" 6x19 es:

$$\phi_p = 32 \times \text{diámetro del cable}$$

$$\phi_p = 32 * \frac{3}{8} * 25.4$$

$$\phi_p = 30.4 \text{ cm}$$

Entonces el diámetro de la polea (ϕ_p) y del aro elegido es 30cm

El cable de acero de 3/8 in 6x19 con alma de yute, tiene un límite de ruptura de 6.10 toneladas, como se indica en la tabla 2.2

Tabla 2.2 Propiedades físicas y mecánicas de los cables de acero

PROPIEDADES FÍSICAS Y MECÁNICAS DE LOS CABLES DE ACERO - CABLEMAX

PESO APROXIMADO EN LIBRAS / PIES							RESISTENCIA DE ROTURA - TONELADAS DE 2.000 LIBRAS															
							6 X 7		6 X 19 6 X 37 CLASIFICACIÓN				6 X 19 6 X 36 CLASIFICACIÓN		8 X 19 CLASIFICACIÓN			18 X 7	19 X 7			
DIAM.	6 x 7	6 x 19 6 x 36	6 x 19 6 x 36	8 x 19	8 x 19	18 x 7 19 x 7	IPS		EIPS		IPS		IPS		IPS			IPS	EIPS	IPS	EIPS	
PULG.	F.C.	F.C.	IWRC	F.C.	IWRC	-	F.C.	GALV F.C.	F.C.	IWRC	F.C.	IWRC	GALV F.C.	GALV IWRC	F.C.	IWRC	IWRC	-	-	-	-	
3/16	.056	.59	.065				1.50	1.35	1.70		1.55	1.67	1.40	1.50								
1/4	.094	.10	.11	.098		108	2.64	2.38	3.02	3.40	2.74	2.94	2.47	2.65	2.35					2.51	2.77	
5/16	.15	.16	.18	.15	.18	169	4.10	3.69	4.60	5.27	4.26	4.58	3.83	4.12	3.65					3.90	4.30	
3/8	.21	.24	.26	.22	.26	.24	5.86	5.27	6.71	7.55	6.10	6.56	5.49	5.90	5.24	5.76	6.63	5.59	6.15			
7/16	.29	.32	.35	.30	.36	.33	7.93	7.14	9.09	10.2	8.27	8.89	7.44	8.00	7.09	7.80	8.97	7.58	8.33			
1/2	.38	.42	.46	.39	.47	.43	10.3	9.27	11.8	13.3	10.7	11.5	9.63	10.3	9.23	10.1	11.6	9.85	10.8			
9/16	.48	.53	.58	.50	.60	.55	13.0	11.7	14.9	16.8	13.5	14.5	12.2	13.0	11.6	12.8	14.7	12.4	13.6			
5/8	.59	.66	.72	.61	.73	.68	15.9	14.3	18.3	20.6	16.7	17.9	15.0	16.1	14.3	15.7	18.1	15.3	16.8			
3/4	.84	.94	1.04	.88	1.06	.97	22.7	20.4	26.2	29.4	23.8	26.6	21.4	23.0	20.5	22.5	25.9	21.8	24.0			
7/8	1.15	1.29	1.42	1.20	1.44	1.32	30.7	27.6	35.4	39.8	32.2	34.6	29.0	31.1	27.7	30.5	35.0	29.5	32.5			
1	1.50	1.68	1.85	1.57	1.88	1.73	39.7	35.7	46.0	51.7	41.8	44.9	37.6	40.4	36.0	39.06	45.5	38.3	42.2			
1 1/8	1.90	2.13	2.34	1.99	2.39	2.19	49.8	44.8	57.9	65.0	52.6	56.5	47.3	50.9	45.3	49.8	57.3	48.2	53.1			
1 1/4	2.34	2.63	2.89	2.45	2.94	2.70	61.0	54.9	71.0	79.9	64.6	69.4	58.1	62.5	55.7	61.3	70.4	59.2	65.1			
1 3/8	2.84	3.18	3.50	2.97	3.56	3.27	73.1	65.8	85.4	96.0	77.7	83.5	69.9	75.1	67.1	73.8	84.9	71.3	78.4			
1 1/2	3.38	3.78	4.16	3.53	4.24	3.89	86.2	77.6	101	114	92.0	98.5	82.8	89.0	79.4	87.3	100	84.4	92.8			
1 5/8		4.44	4.88							118	132	107	115	96.3	104							
1 3/4		5.15	5.67							136	153	124	133	112	120							
1 7/8		5.91	6.50							155	174	141	152	127	137							
2		6.77	7.39							198	160	172										
2 1/8		7.59	8.35							221	179	192										
2 1/4		8.51	9.36							247	200	215										

Este cable tiene un factor de seguridad de 4; por tanto su carga de trabajo es de 1.525 toneladas.

El radio de la polea (r_p) servirá para calcular el torque

$$r_p = 15cm$$

$$T = F * r_p$$

$$T = 4670N * 0.15m$$

$$T = 700.5 Nm$$

La velocidad de avance de la pala se estableció en $V = 20 \frac{cm}{s}$ para encontrar a que revoluciones la caja reductora puede realizar el avance que se ha impuesto.

$$\omega = \frac{V}{r}$$

$$\omega = \frac{0.2 \frac{m}{s}}{0.15m}$$

$$\omega = 1.33 \frac{rad}{s}$$

$$\omega = 12.73 rpm$$

Al tener ya el par torsor y las revoluciones de caja reductora, la potencia requerida es.

$$P = T * \omega$$

$$P = 700.5 Nm * 1.33 \frac{rad}{s}$$

$$P = 931.665 Watt$$

$$P = 1,25 hp$$

La potencia del motor se sobredimensiona el 20%.

$$P = 1,5 hp$$

2.1.4 SELECCIÓN DEL MOTOR.

Para la adquisición del motor se tiene en cuenta varios aspectos como son: alimentación trifásica y el acople con la caja reductora por tanto se seleccionó el siguiente:

Motor trifásico Siemens.

Nº polos: 6

Potencia: 2hp

Voltaje: 220/440 V

RPM: 1135 rpm

Corriente: 7.8 A

Frecuencia: 60/50 Hz.

2.1.5 SELECCIÓN DE LA CAJA REDUCTORA.

Una vez determinado el par de torsión requerido y la potencia del motor, se procede a la selección de la caja reductora. Por tanto se optó por la caja reductora con los siguientes datos técnicos:

Posición: Caja reductora angular (SITI).

Relación de transmisión (i): 60

Torque Max: 820 Nm

Eficiencia: 95%

Con los datos antes mencionados se procede al cálculo del par torsor de salida de la caja reductora.

$$RPM_{SALIDA} = \frac{rpm_{motor}}{i}$$

$$RPM_{SALIDA} = \frac{1135}{60}$$

$$RPM_{SALIDA} \approx \mathbf{18.92}$$

El par torsor es directamente proporcional a la potencia del motor, en este caso la potencia necesaria es de 2hp, siendo esta potencia la que más se aproxima a la cantidad requerida.

$$T_{SALIDA} = \frac{9450 * hp}{1.34 * rpm} * \eta_M * \eta_{cr}$$

$$T_{SALIDA} = \frac{9450 * 2}{1.34 * 18.92} * 0.95 * 0.95$$

$$T_{SALIDA} = \mathbf{672.79 Nm}$$

La velocidad lineal de avance de la pala esta en base a las revoluciones de salida de la caja reductora y al diámetro de la polea.

$$V = \omega_{cr} * r$$

$$V = 18.92 \frac{rev}{min} * 0.15m$$

$$V = \mathbf{31.40 \frac{cm}{s}}$$

El tiempo de recorrido de la pala es de 3.18 minutos, al momento de la recolección y con un tiempo total de funcionamiento de 6.36 minutos.

2.1.6 MODELADO COMPUTACIONAL Y ENSAMBLAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.

Con la ayuda del paquete computacional SolidWorks, se realizó las distintas partes del sistema de recolección de gallinaza, utilizando algunos de sus comandos, para obtener un diseño seguro y eficiente.

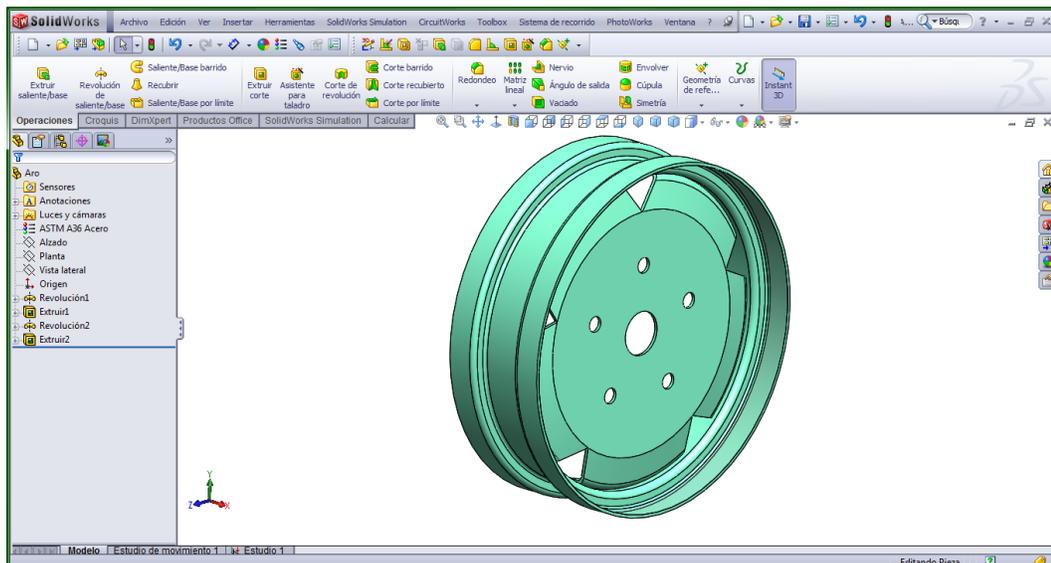


Figura 2.5 Modelación del Aro

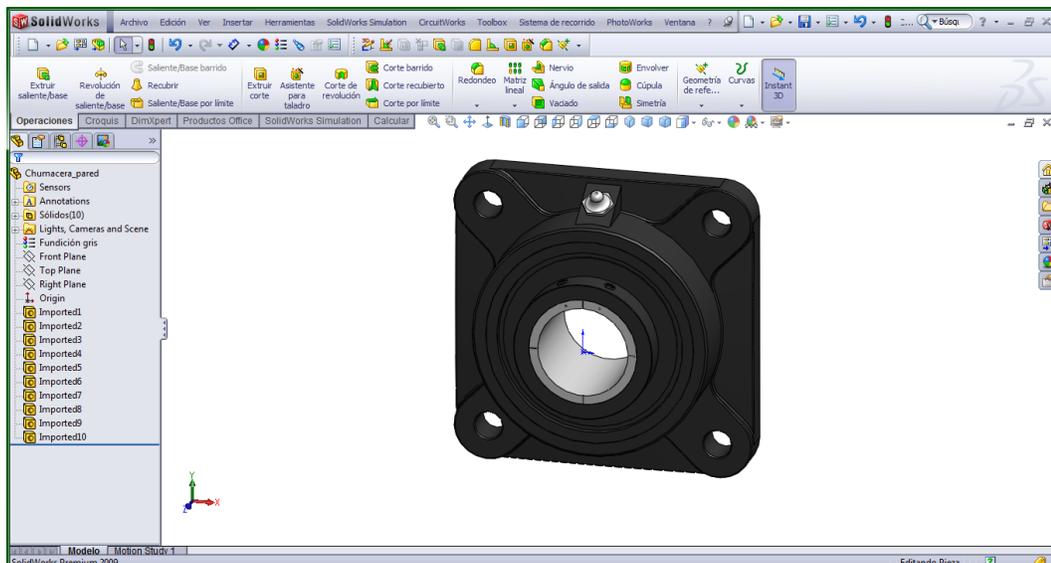


Figura 2.6 Modelación de la chumacera de 40 mm.

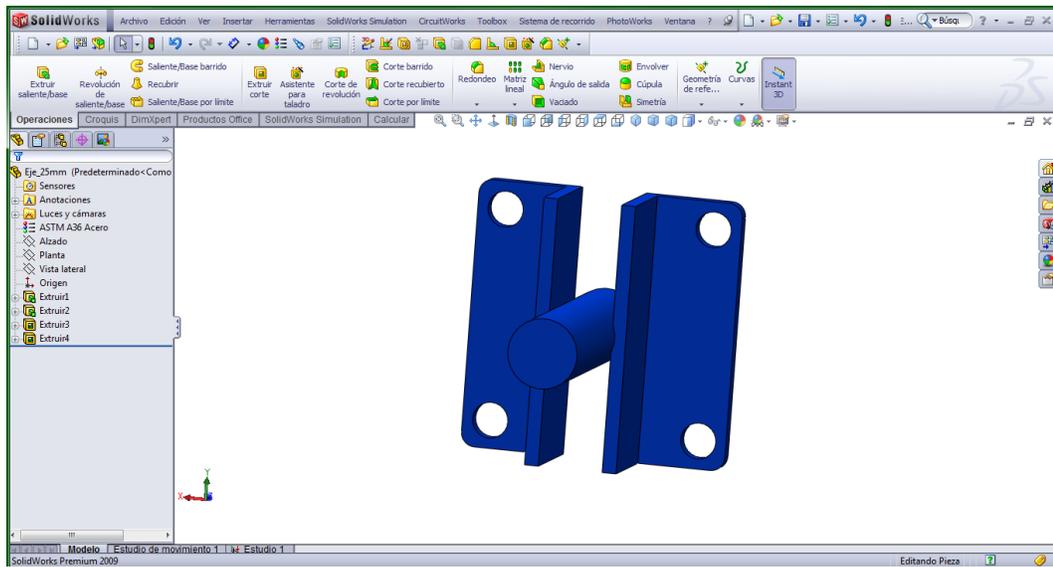


Figura 2.7 Modelación del eje de las llantas

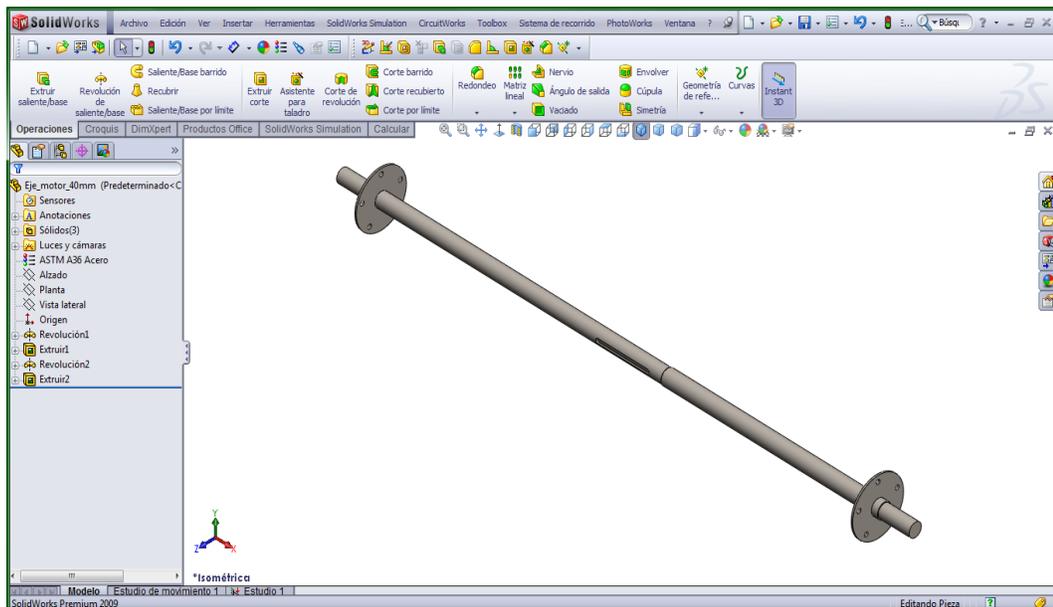


Figura 2.8 Modelación del eje del motor de 40 mm.

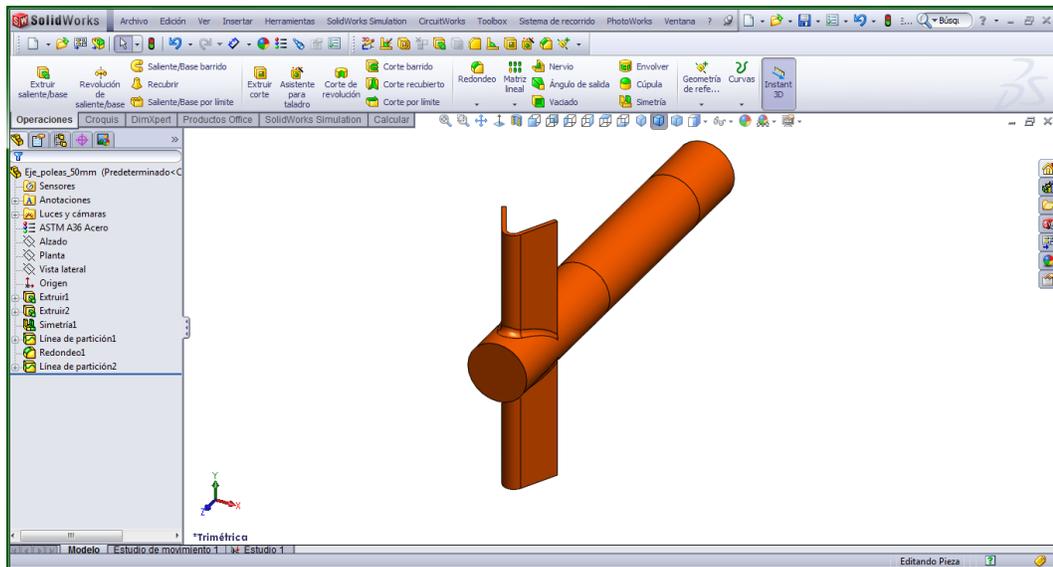


Figura 2.9 Modelación del eje de la polea

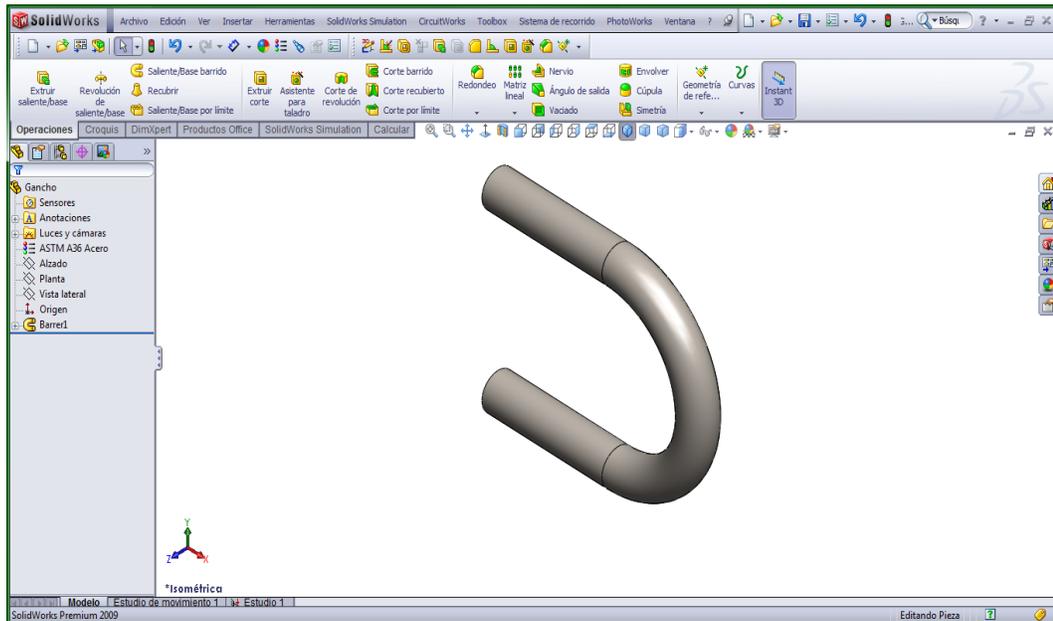


Figura 2.10 Modelación del gancho de sujeción

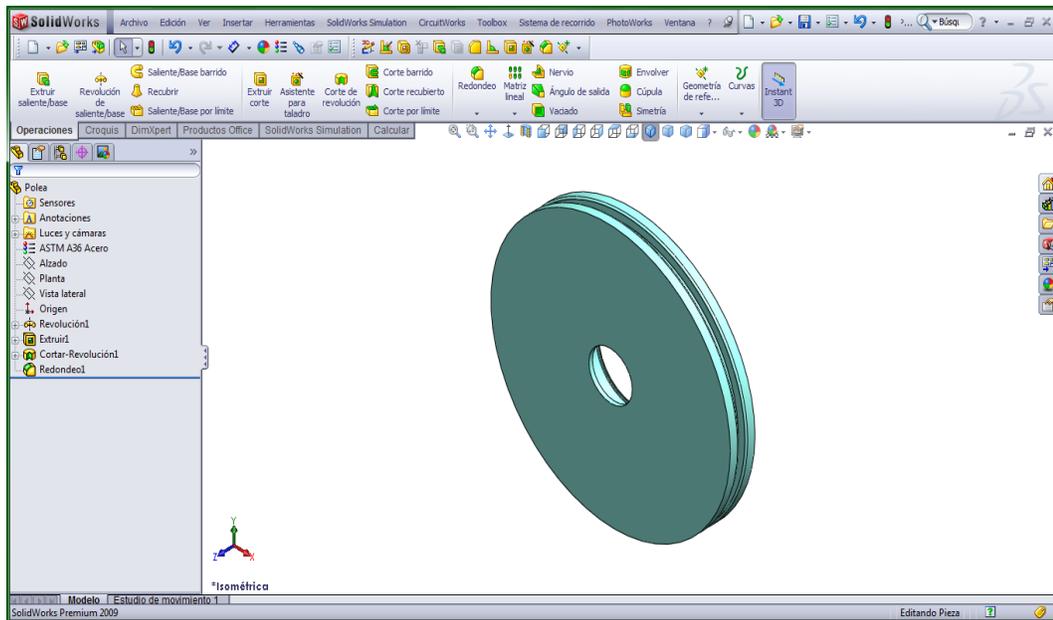


Figura 2.11 Modelación de la polea

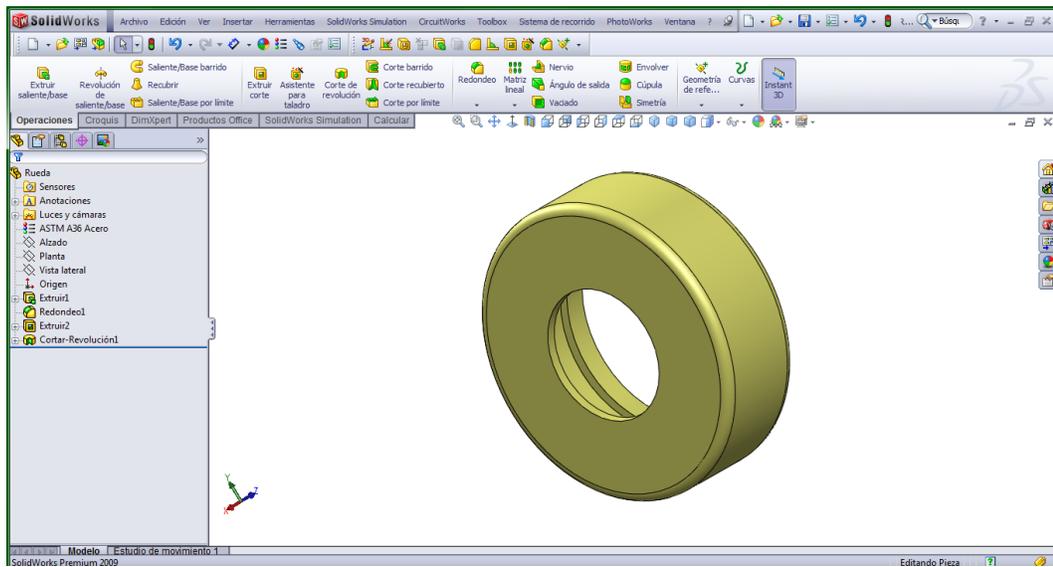


Figura 2.12 Modelación de la rueda

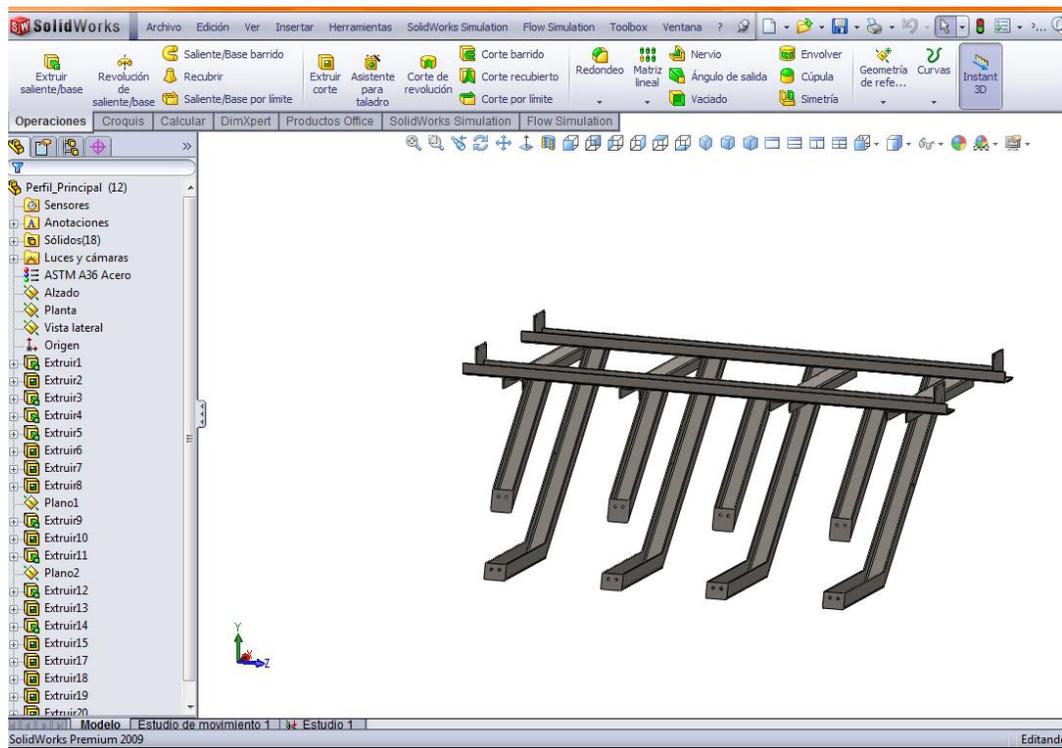


Figura 2.13 Modelación del sistema estructural

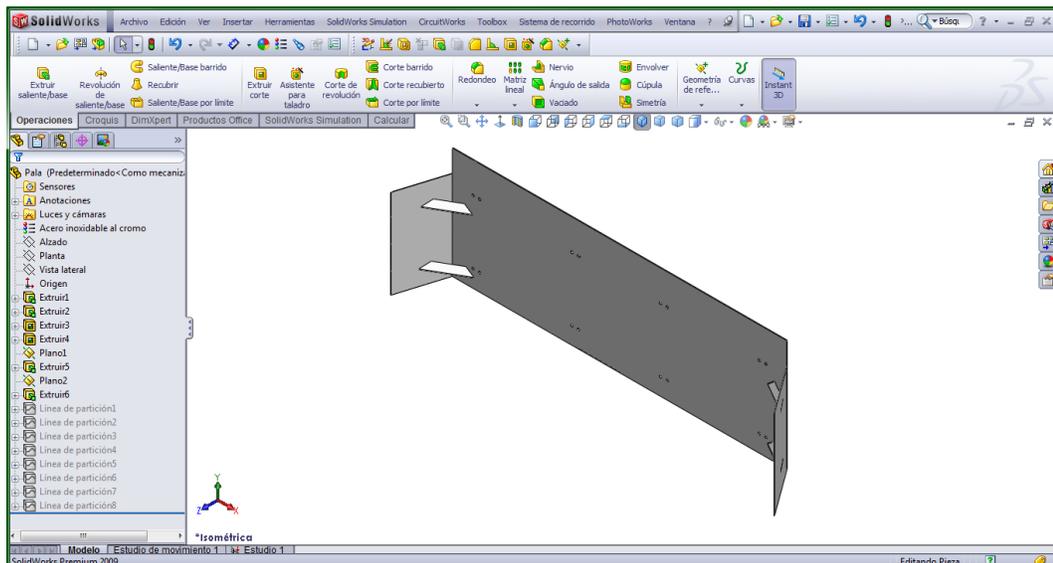


Figura 2.14 Modelación de la pala

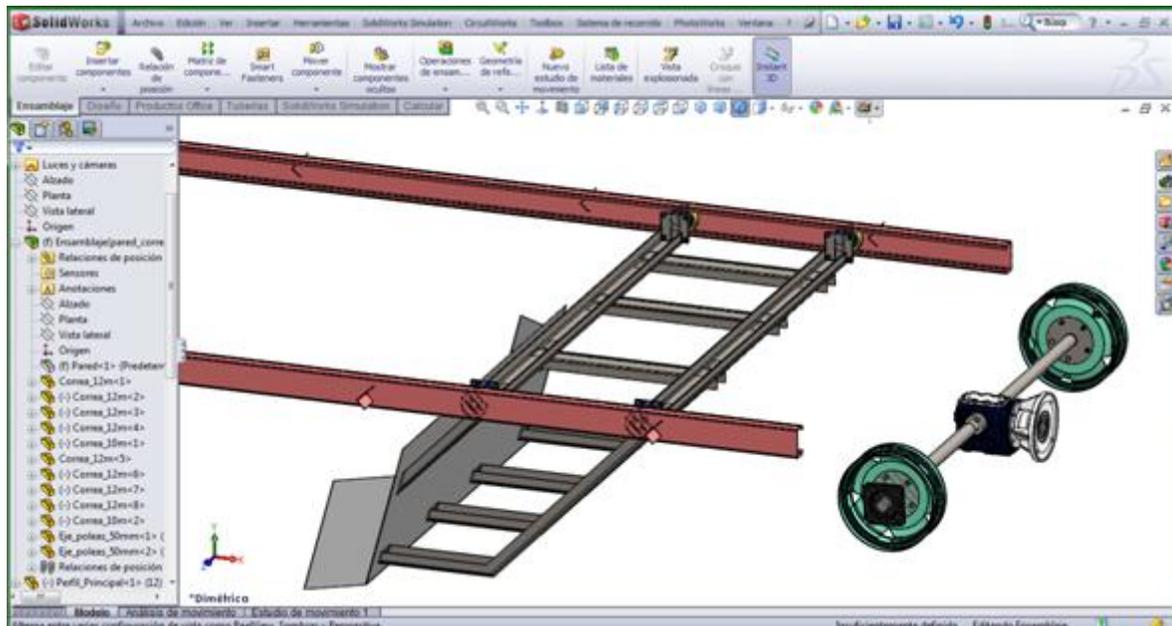


Figura 2.15 Ensamblaje del sistema.

2.1.7 ANÁLISIS CINEMÁTICO Y CINÉTICO DEL SISTEMA MECÁNICO.

A fin de obtener los resultados de la geometría de movimiento, así como las fuerzas de acción y reacción, se ensamblan los diferentes componentes del sistema de recolección de gallinaza, posteriormente se ejecutará su análisis y simulación de movimiento en SolidWorks Motion.

Partiendo del ensamblaje del sistema, generamos un estudio de análisis de movimiento en SolidWorks Motion para luego proceder a la asignación de las características: revoluciones de salida de la caja reductora y de la fuerza que se obtiene del abono, tal como se muestra en la figura 2.16

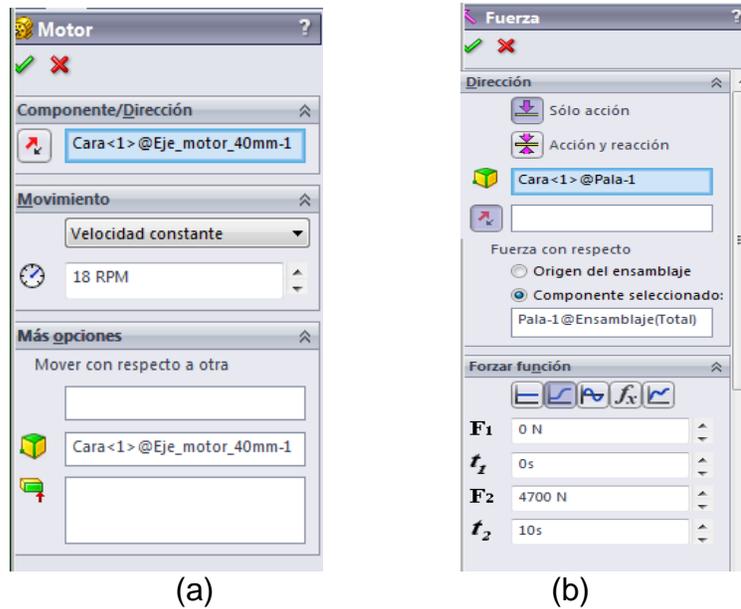


Figura 2.16 Configuración: a) revoluciones de salida de la caja reductora, b) fuerza por el peso del abono.

A continuación se ejecuta el análisis de movimiento y se genera las curvas de la potencia del motor y de velocidad de avance de la pala, para su posterior utilización en el análisis de esfuerzos y diseño mecánico del sistema.

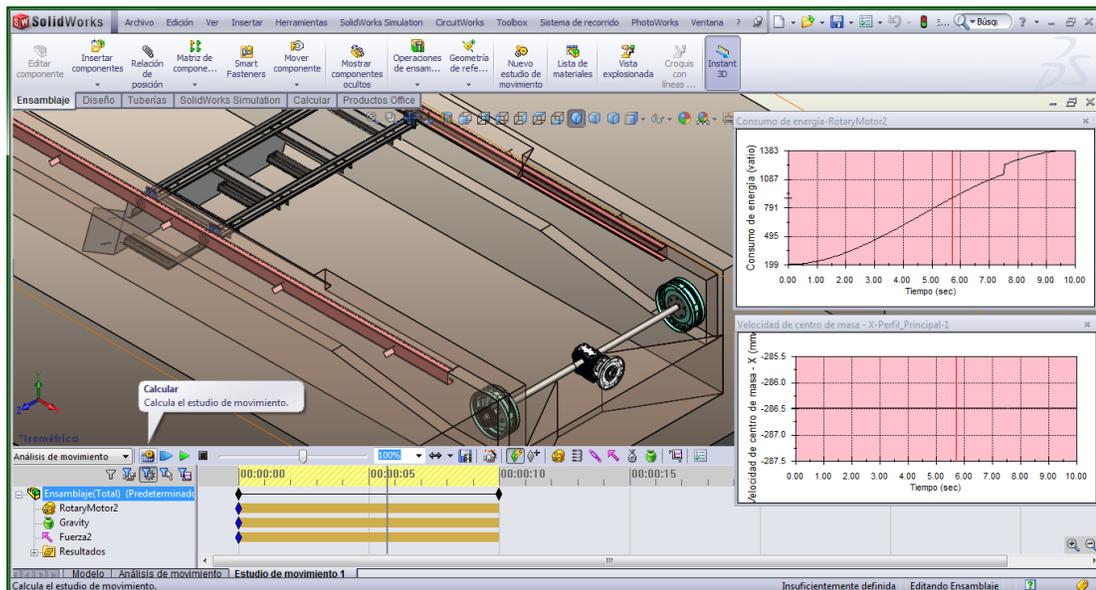


Figura 2.17 Ejecución del análisis de movimiento y generación de algunas curvas de resultados

Como se muestra en la figura 2.17, se ha generado la curva de potencia del motor y la curva de desplazamiento lineal de la pala, que servirán para seleccionar el motor reductor y el tiempo de recorrido del sistema de recolección de gallinaza.

2.1.8 ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL SISTEMA MECÁNICO.

Una vez ejecutado el análisis movimiento el programa calcula todas las fuerzas y reacciones que se generan en los diferentes componentes del sistema y estas pueden ser importadas (figura 2.18) al programa SolidWorks Simulation para utilizarlas en los estudios de análisis de esfuerzos y posteriormente determinar si dichos componentes resisten o no los esfuerzos a los que están sometidos.

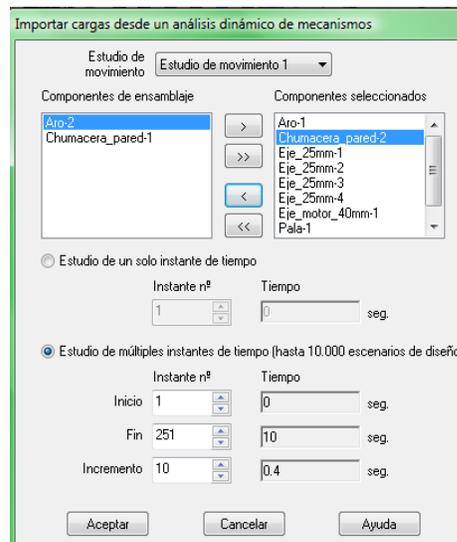


Figura 2.18 Ventana para la importación de cargas desde el análisis de movimiento

Después de importar las cargas desde el análisis de movimiento, se realiza los estudios de análisis de esfuerzos de los diferentes componentes del sistema y sus resultados se presentan a continuación.

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL ARO.

En el aro va estar enrollado el cable de acero, y está fabricado en Acero AISI 1020 cuyas propiedades se indican en la tabla 2.3, y una vez restringido el modelo y asignada la fuerza y el par torsor que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2.3 Propiedades del material de los aros

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coeficiente de Poisson	0.29	NA	Constante
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7900	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4.2051e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	3.5157e+008	N/m ²	Constante
Coeficiente de dilatación térmica	1.5e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	47	W/(m.K)	Constante
Calor específico	420	J/(kg.K)	Constante

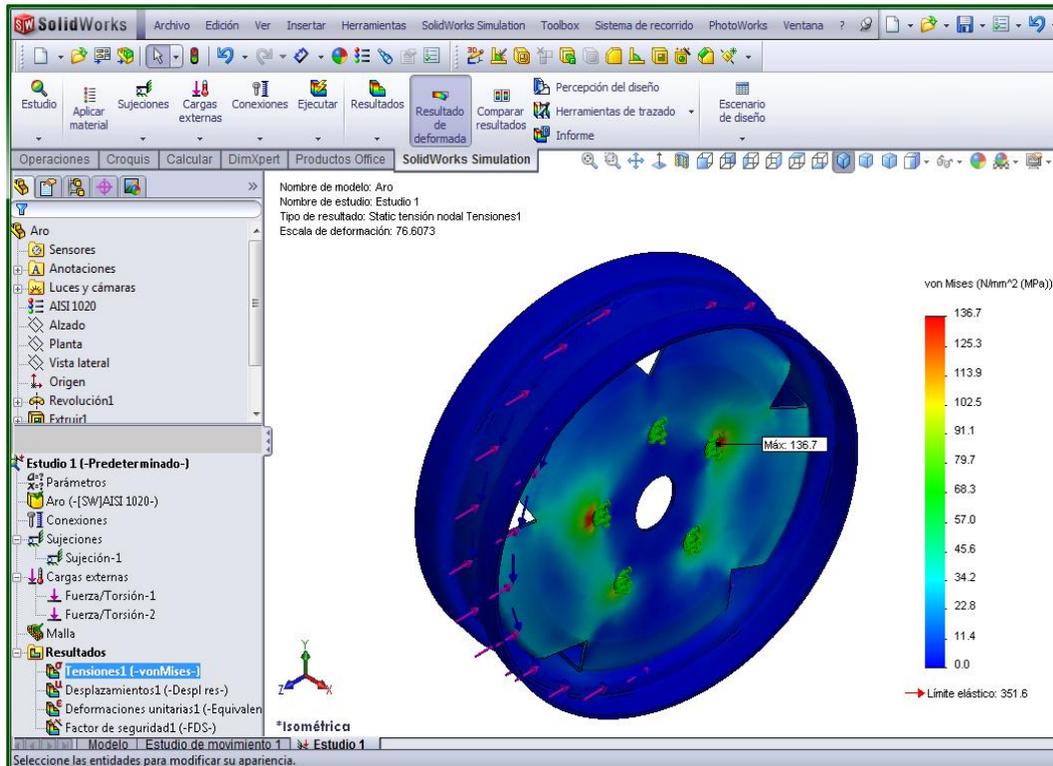


Figura 2.19 Tensión de Von Mises en el aro

Al analizar la figura 2.19 se observa que la máxima tensión de Von Mises ocurre en los agujeros para los pernos y su valor es de 136.7 MPa, sin embargo, esta tensión es menor que el límite de fluencia del material de 351 MPa, por lo tanto, el aro puede resistir sin fallar esta tensión máxima.

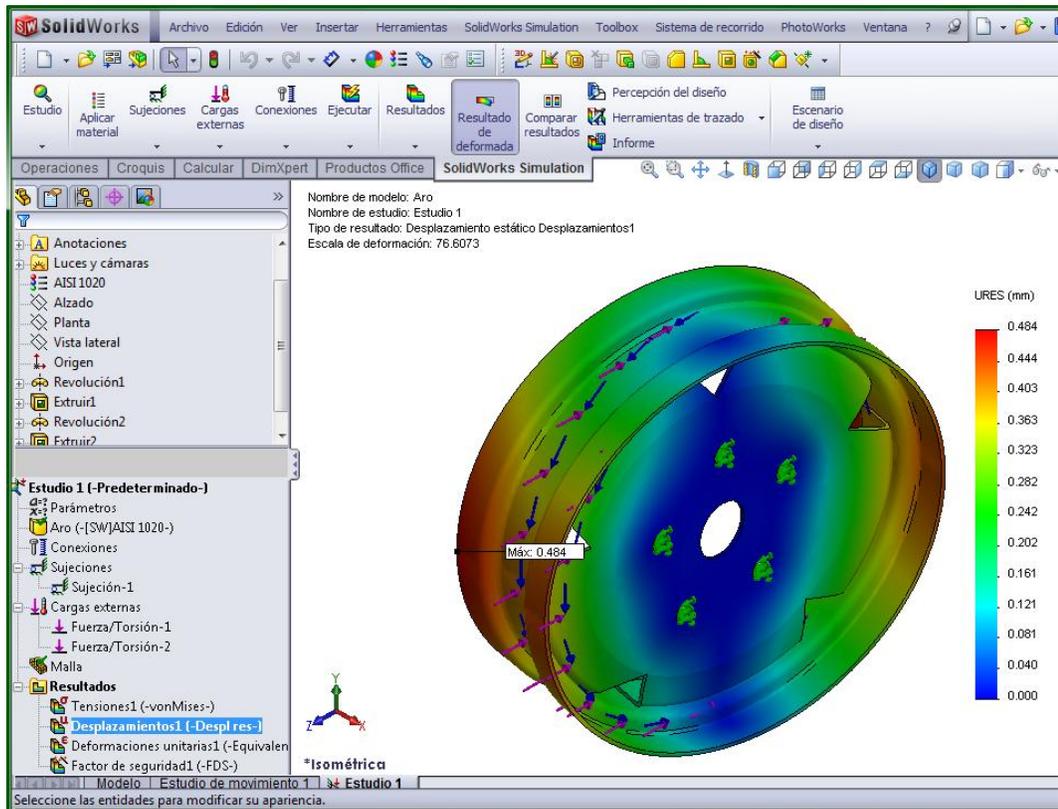


Figura 2.20 Desplazamientos resultantes en el aro

En la figura 2.20 Se observa que el desplazamiento máximo en el aro ocurre en las partes exteriores del aro y su valor es de 0.484 mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento normal del aro.

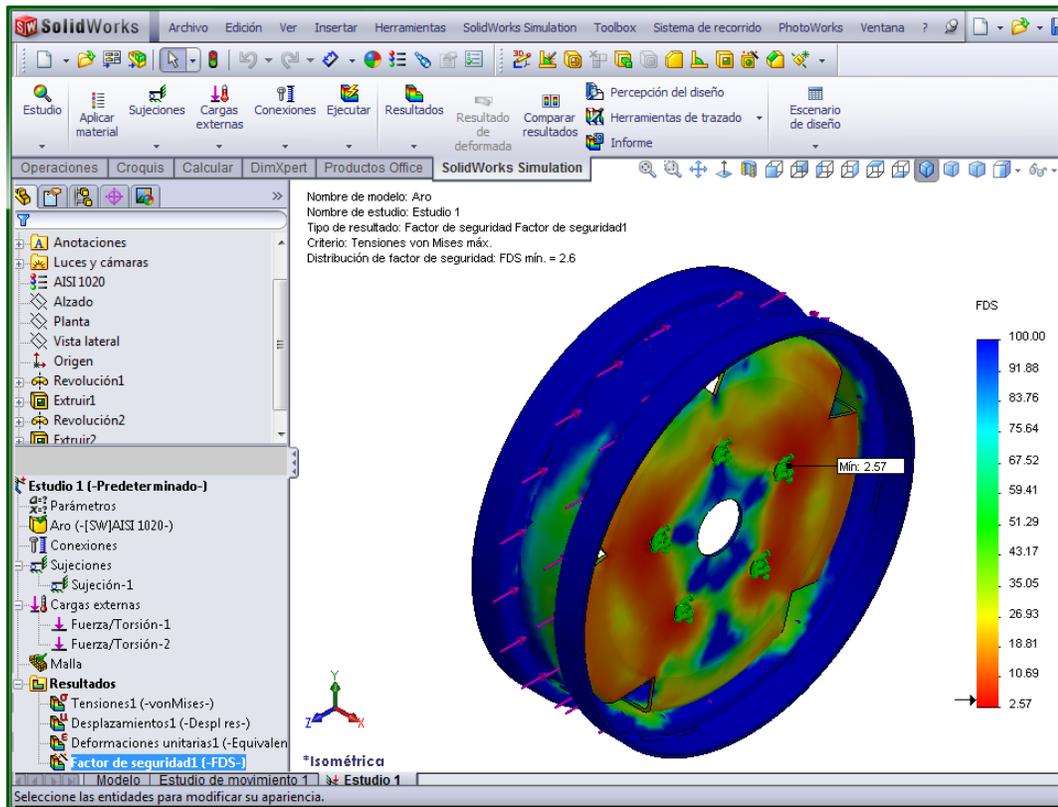


Figura 2.21 Distribución del factor de seguridad en el aro.

En la figura 2.21 se muestra la distribución del factor de seguridad, se observa que las zonas críticas del aro son los agujeros para los pernos de sujeción y la superficie donde tiene contacto con el eje que transmite el torque de la caja reductora, sin embargo, el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.57

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL EJE DE LAS RUEDAS.

En el eje se colocan las ruedas con sus respectivos rodamientos que permitirán dar el deslizamiento de todo la pala, el eje está fabricado en Acero AISI 1020 y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

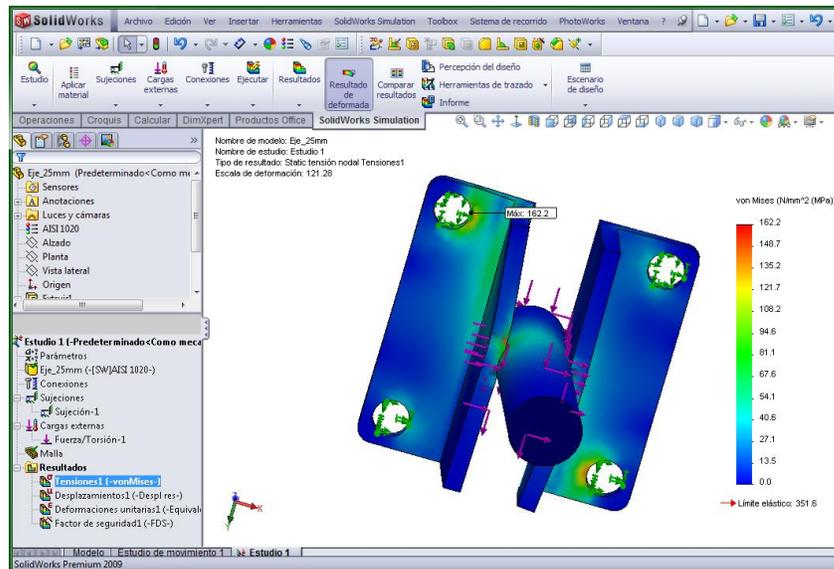


Figura 2.22 Tensión de Von Mises en el eje de las ruedas.

Al analizar la figura 2.22, la máxima tensión de Von Mises ocurre en las perforaciones, su valor es de 162.2 MPa, sin embargo, esta tensión es menor al límite de fluencia del material que es 351 MPa, por lo tanto, el eje de las ruedas soportará la tensión máxima en las perforaciones.

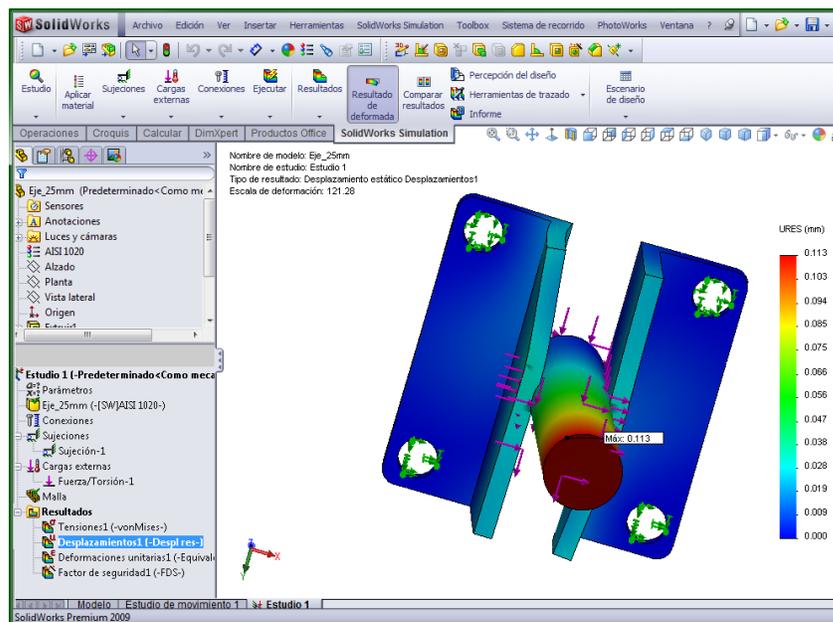


Figura 2.23 Desplazamientos resultantes en el eje de las rudas.

En la figura 2.23 se observa que el desplazamiento máximo en el eje se produce en la superficie que está en contacto con las ruedas y su valor es de 0.113 mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento normal de la rueda.

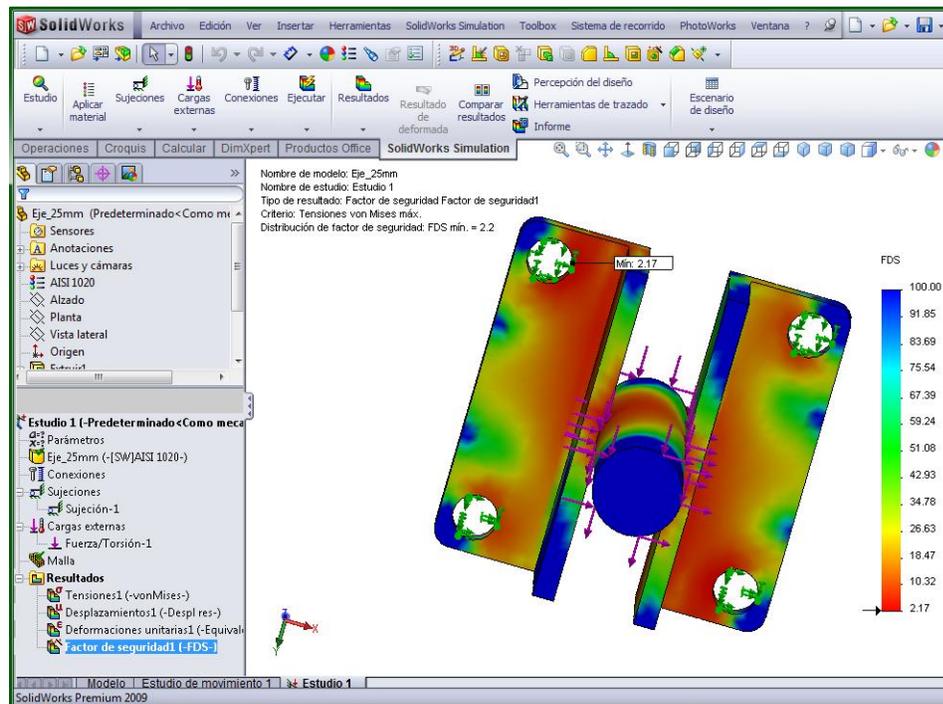


Figura 2.24 Distribución del factor de seguridad en el eje de las ruedas.

En la figura 2.24, se muestra la distribución del factor de seguridad, se observa que las zonas críticas del eje son los taladros para los pernos de sujeción sin embargo, el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.17

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL EJE DE LA CAJA REDUCTORA

El eje de la caja reductora permite la transmisión del par torsor que se necesita para el trabajo de recolección del abono, el mismo que está fabricado en Acero ASTM A36, cuyas propiedades se indican en la tabla 2.4 y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2.4 Propiedades del material del eje

Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	2e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.26	NA	Constante
Módulo cortante	7.93e+010	N/m ²	Constante
Densidad	7850	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	4e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.5e+008	N/m ²	Constante

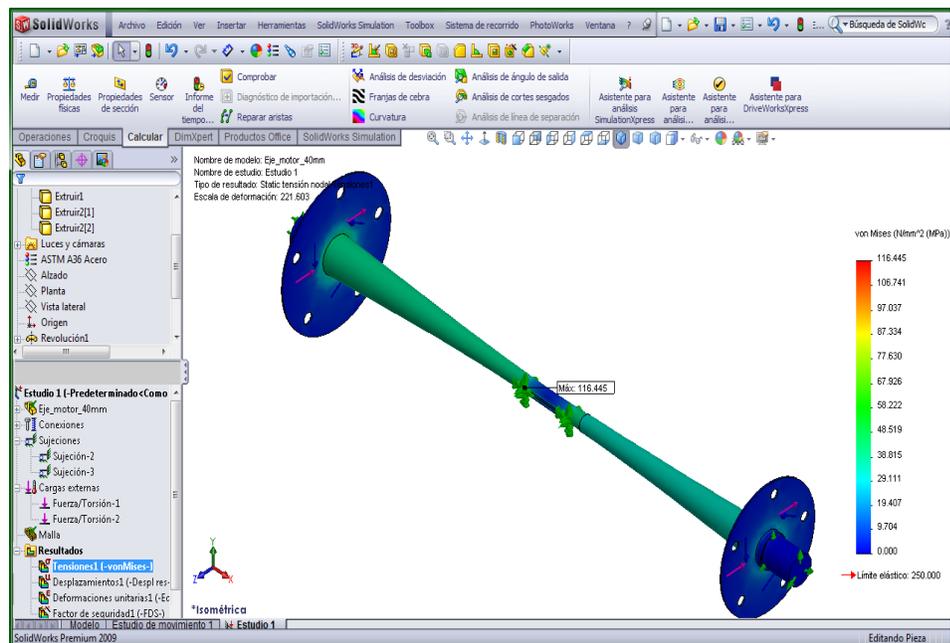


Figura 2.25 Tensión de Von Mises en el eje de la caja reductora.

Al analizar la figura 2.25 se observa que la máxima tensión de Von Mises ocurre en la superficie donde se coloca la chaveta y su valor es de 116.445 MPa, sin embargo, esta tensión es menor que el límite de fluencia del material de 250 MPa, por lo tanto, el eje de la caja reductora puede resistir sin fallar esta tensión máxima.

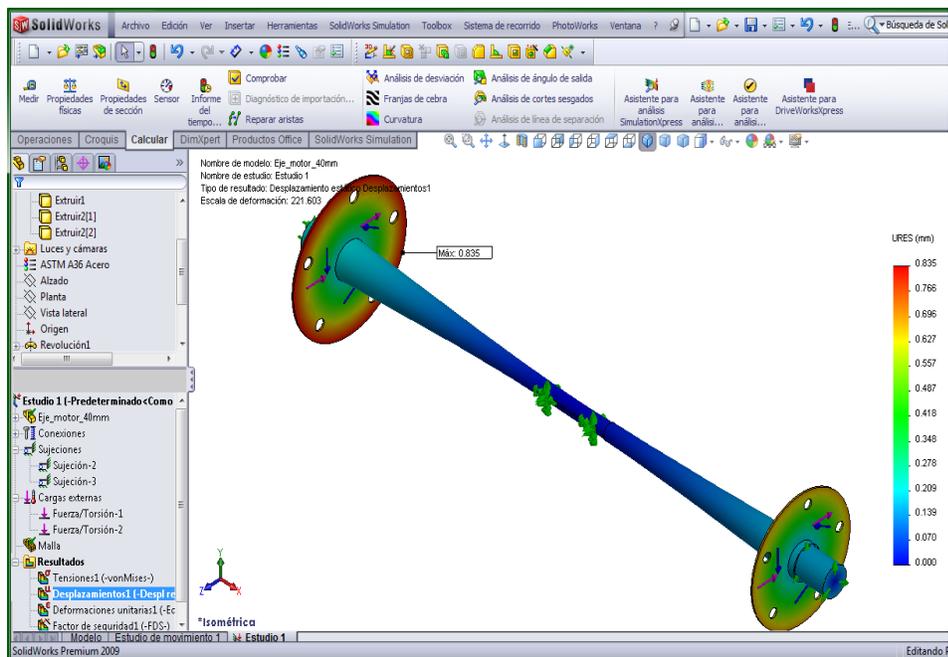


Figura 2.26 Desplazamientos resultantes en el eje de la caja reductora.

En la figura 2.26, el desplazamiento máximo en el aro ocurre en las partes exteriores de la platina circular que tiene contacto con el aro y su valor es de 0.835 mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento normal del eje de la caja reductora.

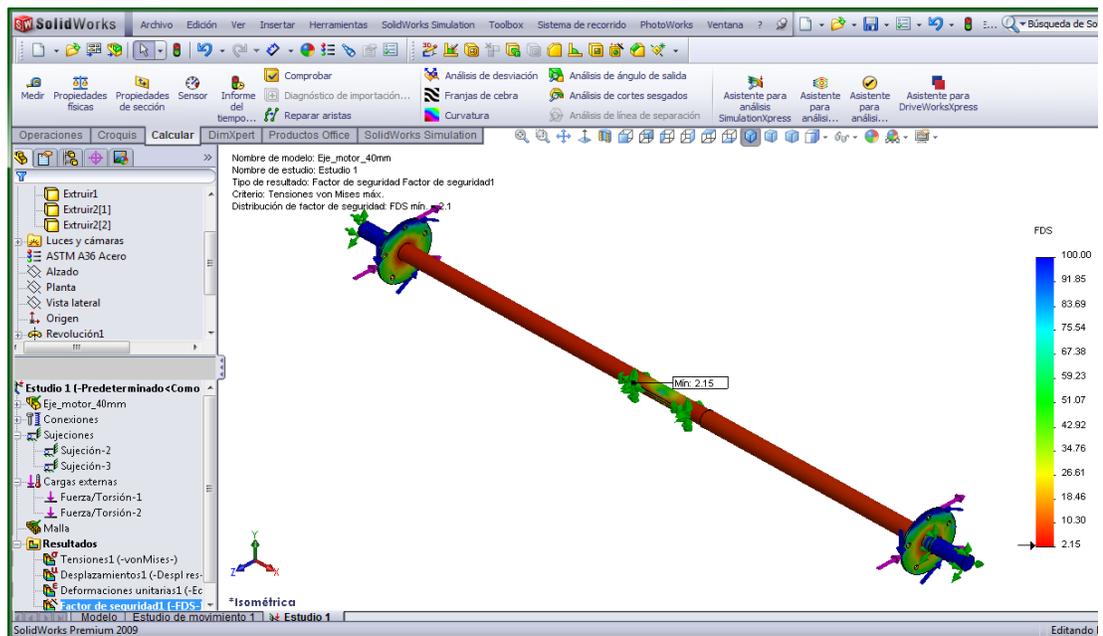


Figura 2.27 Distribución del factor de seguridad en el eje de la caja reductora.

En la figura 2.27, se muestra la distribución del factor de seguridad y se observa que las zonas críticas del eje es el lugar donde va la claveta, el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.15

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL EJE DE LA POLEA.

El eje de la polea debe soportar la tensión que se genera por el arrastre del abono en toda la distancia de recorrido, el eje está fabricado en Acero ASTM A36, parte del eje va empotrado en el concreto y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

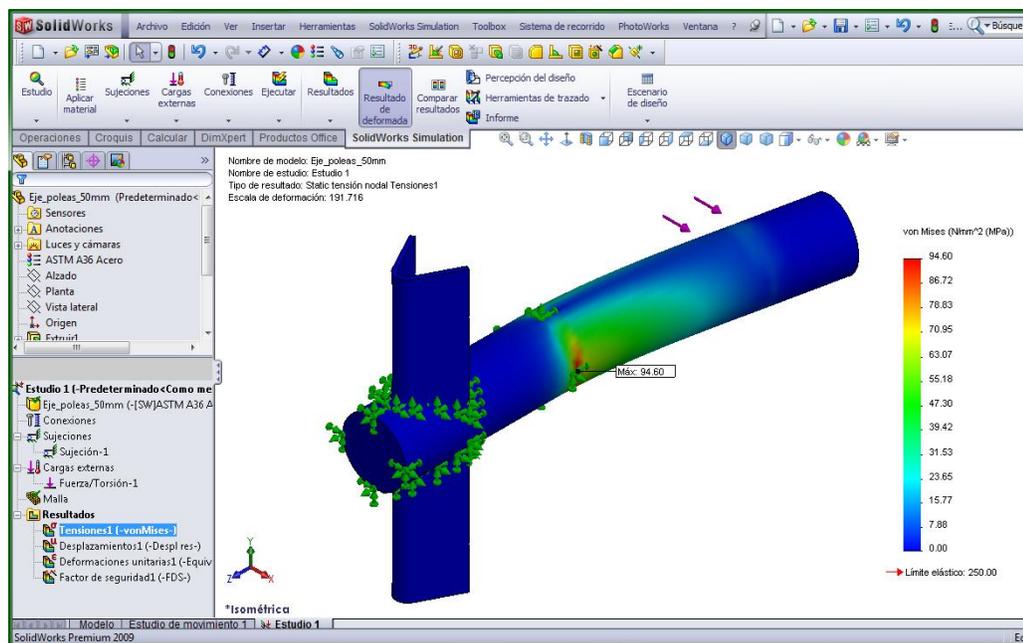


Figura 2.28 Tensión de Von Mises en el eje de la polea.

Al analizar la figura 2.28, la máxima tensión de Von Mises ocurre en la superficie que no se encuentra recubierta por el concreto y su valor es de 94.6 MPa, sin embargo, esta tensión es menor que el límite de fluencia del material de 250 MPa, por lo tanto, el eje de la polea puede resistir sin fallar esta tensión máxima.

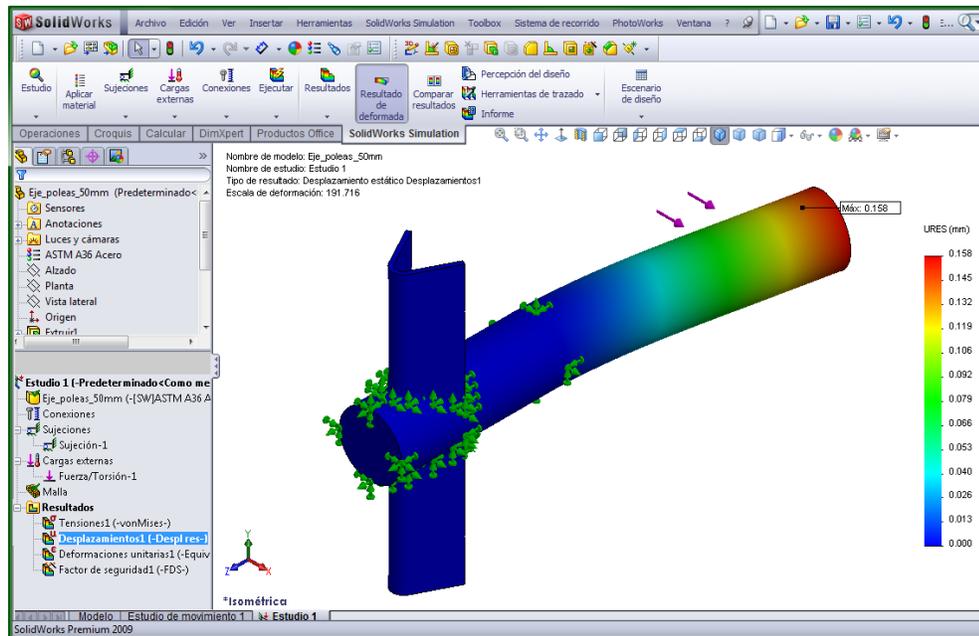


Figura 2.29 Desplazamientos resultantes en el eje de la polea.

En la figura 2.29, el desplazamiento máximo se produce en la parte que se colca la polea y su valor es de 0.158 mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento normal del eje de la polea.

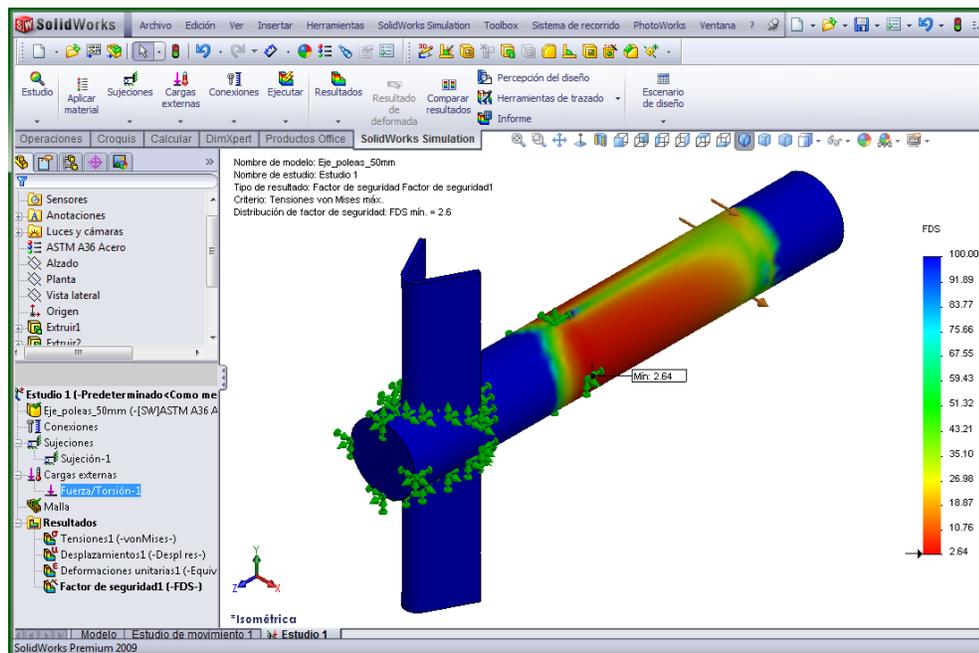


Figura 2.30 Distribución del factor de seguridad en el eje de la polea.

En la figura 2.30 se muestra la distribución del factor de seguridad y se observa que las zonas críticas del eje de la polea se generan en la superficie donde no se encuentra cubierta por el concreto, sin embargo, el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.64

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN EL GANCHO

El gancho de sujeción para el cable de acero está fabricado en Acero ASTM A36 y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

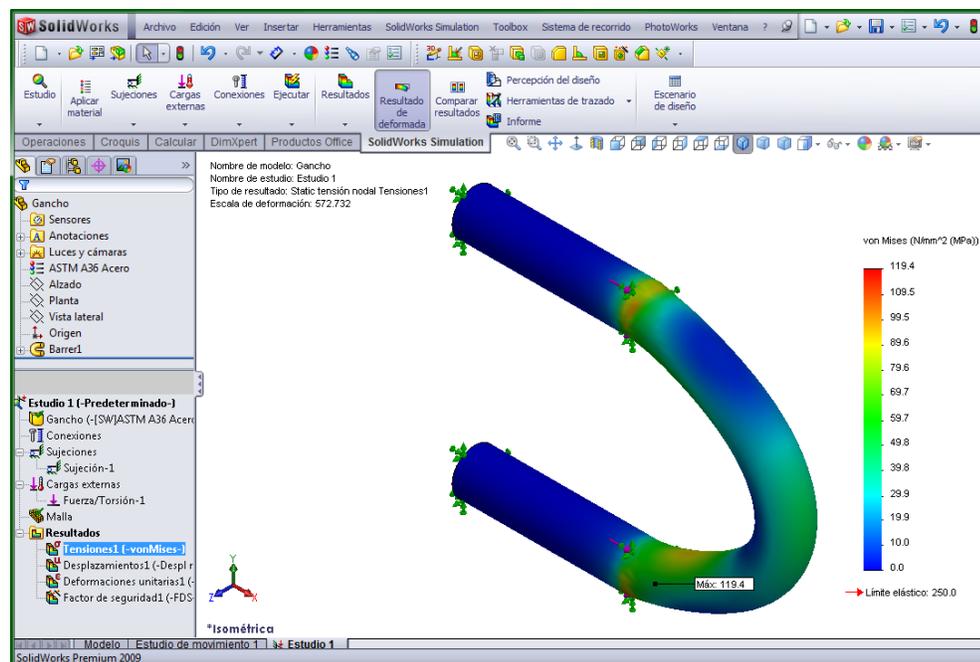


Figura 2.31 Tensión de Von Mises en el gancho

Al analizar la figura 2.31, la máxima tensión de Von Mises ocurre en el inicio de la curvatura y su valor es de 119.4 MPa, sin embargo, esta tensión es menor que el límite de fluencia del material de 250 MPa, por lo tanto, el gancho puede resistir esta tensión máxima sin ningún defecto.

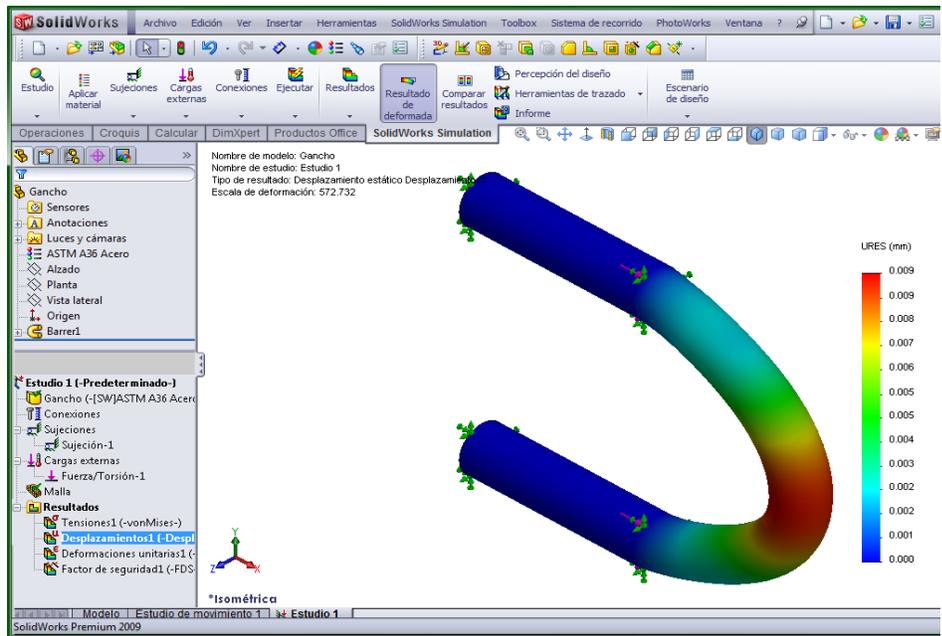


Figura 2.32 desplazamientos resultantes en el gancho

En la figura 2.32, el desplazamiento máximo en el gancho ocurre en la superficie que tiene contacto directo con el cable de acero y su valor es de 0.009 mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento normal del aro.

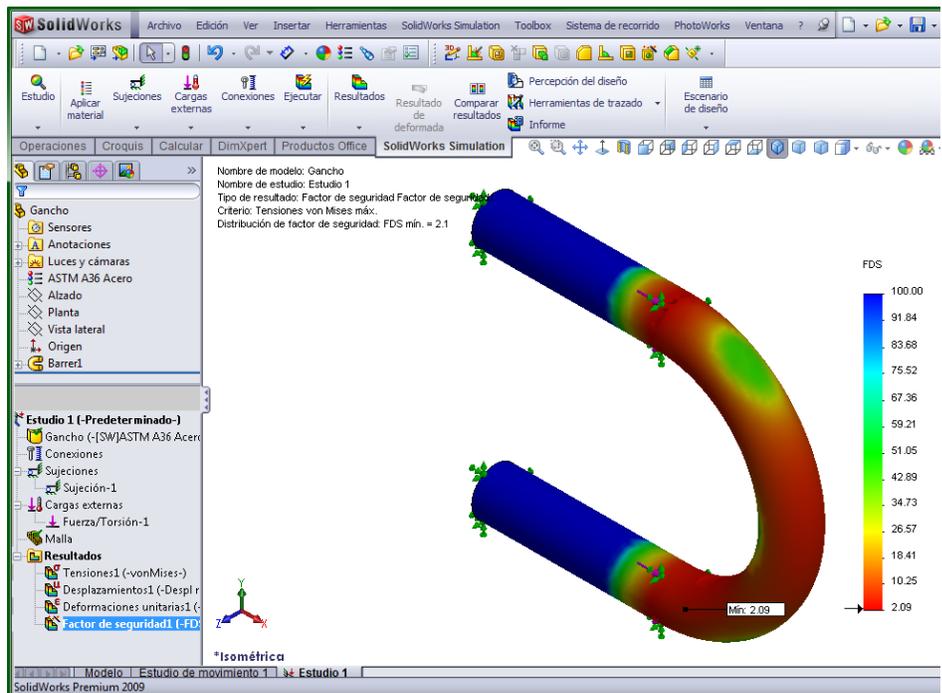


Figura 2.33 Distribución del factor de seguridad en el gancho.

En la figura 2.33 se muestra la distribución del factor de seguridad, las zonas críticas del gancho es la curvatura donde se conecta con el cable de acero, las mismas que tienen un valor mínimo de factor de seguridad de 2.09

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LA PALA.

La pala es el componente que va estar en contacto directo con el abono y es donde se va acumular en el recorrido, para su posterior desalojo, la pala está fabricado en AISI 347 Acero inoxidable recocido (SS) cuyas propiedades se indican en la tabla 2.5 y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 2.5 Propiedades del material de la pala

Nombre de sólido	Material	Masa	Volumen
Pala	[SW]AISI 347 Acero inoxidable recocido (SS)	20.2877 kg	0.00253596 m ³
Nombre de propiedad	Valor	Unidades	Tipo de valor
Módulo elástico	1.95e+011	N/m ²	Constante
Coefficiente de Poisson	0.27	NA	Constante
Módulo cortante	7.7e+010	N/m ²	Constante
Densidad	8000	kg/m ³	Constante
Límite de tracción	6.55e+008	N/m ²	Constante
Límite elástico	2.75e+008	N/m ²	Constante
Coefficiente de dilatación térmica	1.7e-005	/Kelvin	Constante
Conductividad térmica	16.3	W/(m.K)	Constante
Calor específico	500	J/(kg.K)	Constante

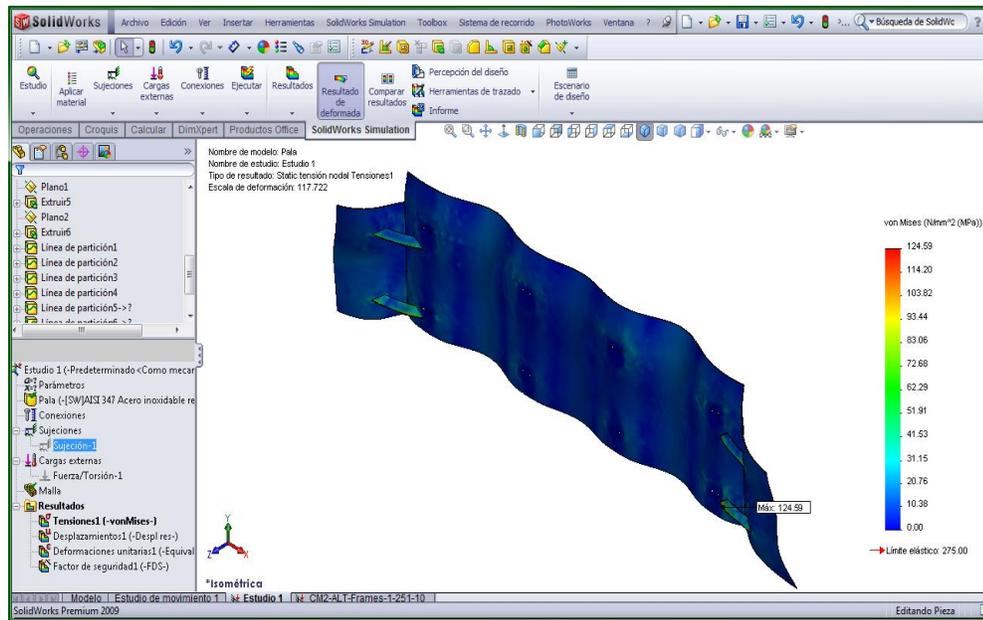


Figura 2.34 Tensión de Von Mises en la pala.

Al analizar la figura 2.34, la máxima tensión de Von Mises ocurre en las platinas que sirven de nervios para las tapas laterales y su valor es de 124.59 MPa, sin embargo, esta tensión es menor que el límite de fluencia del material de 275 MPa, por lo tanto, la pala puede resistir sin fallar esta tensión máxima.

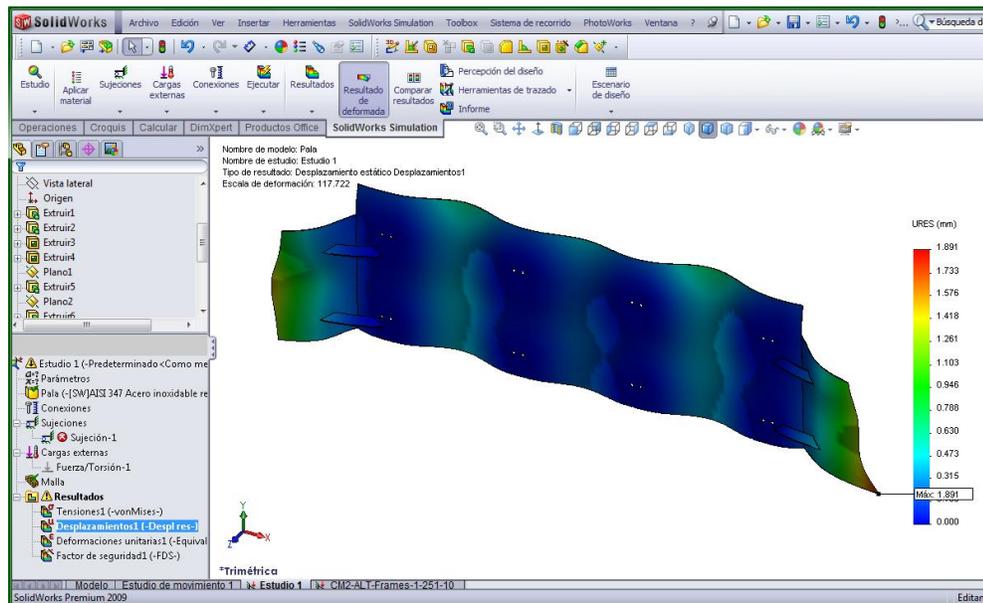


Figura 2.35 Desplazamientos resultantes en la pala.

En la figura 2.35, el desplazamiento máximo, ocurre en las puntas de las tapas laterales y su valor es de 1.891mm, por lo que se considera que no afecta el funcionamiento de la pala.

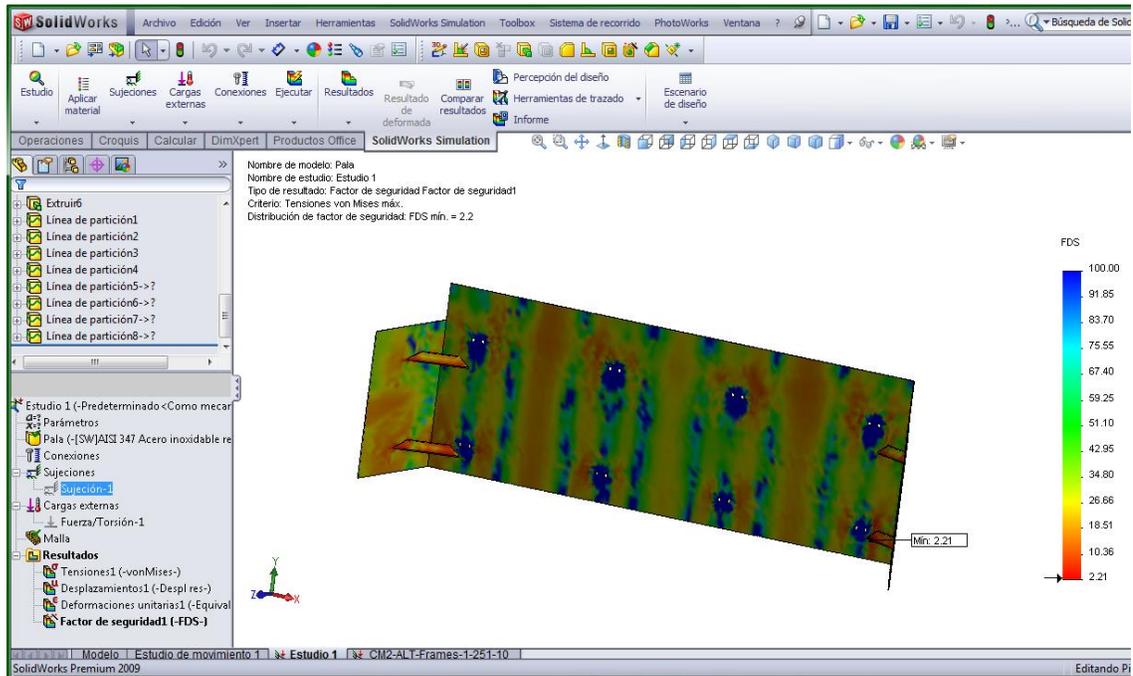


Figura 2.36 Distribución del factor de seguridad en la pala.

En la figura 2.36, se muestra la distribución del factor de seguridad y se obtiene que las zonas críticas de la pala sean en las platinas que sirven de nervios, sin embargo, el valor mínimo del factor de seguridad es de 2.21

ANÁLISIS DE ESFUERZOS EN LA ESTRUCTURA

La estructura constituye el conjunto de componentes que tienen la finalidad de transmitir el movimiento para la extracción del abono, todos los elementos están fabricados en Acero AISI 1020, y una vez restringido el modelo y asignada las fuerzas que soporta, se malla y se ejecuta el análisis de esfuerzos, obteniéndose los siguientes resultados:

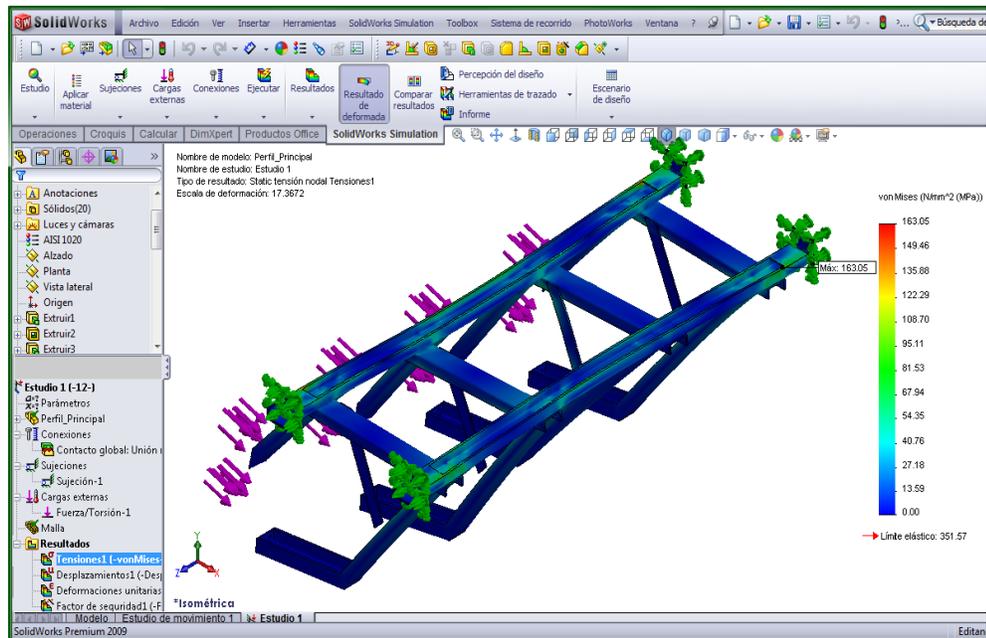


Figura 2.37 Tensión de Von Mises en la estructura.

Al analizar la figura 2.37, la máxima tensión de Von Mises ocurre en el canal U horizontal y su valor es de 163 MPa, esta tensión es inferior al límite de fluencia del material que es 351 MPa, por lo tanto, pueden resistir esta tensión máxima que se produce.

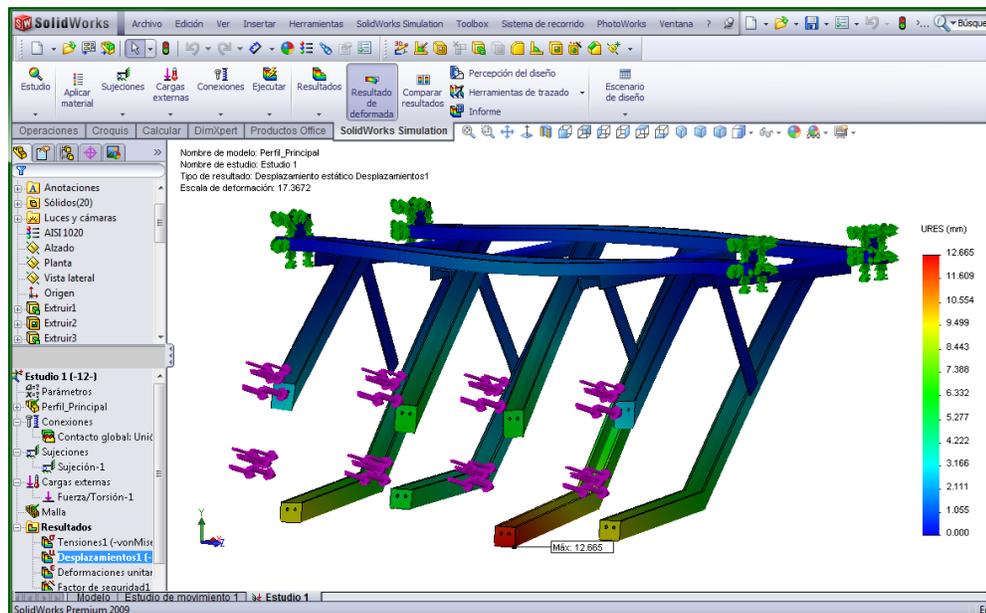


Figura 2.38 Desplazamientos resultantes en la estructura.

En la figura 2.38, el desplazamiento máximo, ocurre en el canal U de la parte central que sostiene la pala y su valor es de 12.449 mm, por lo que se considera que no afecta.

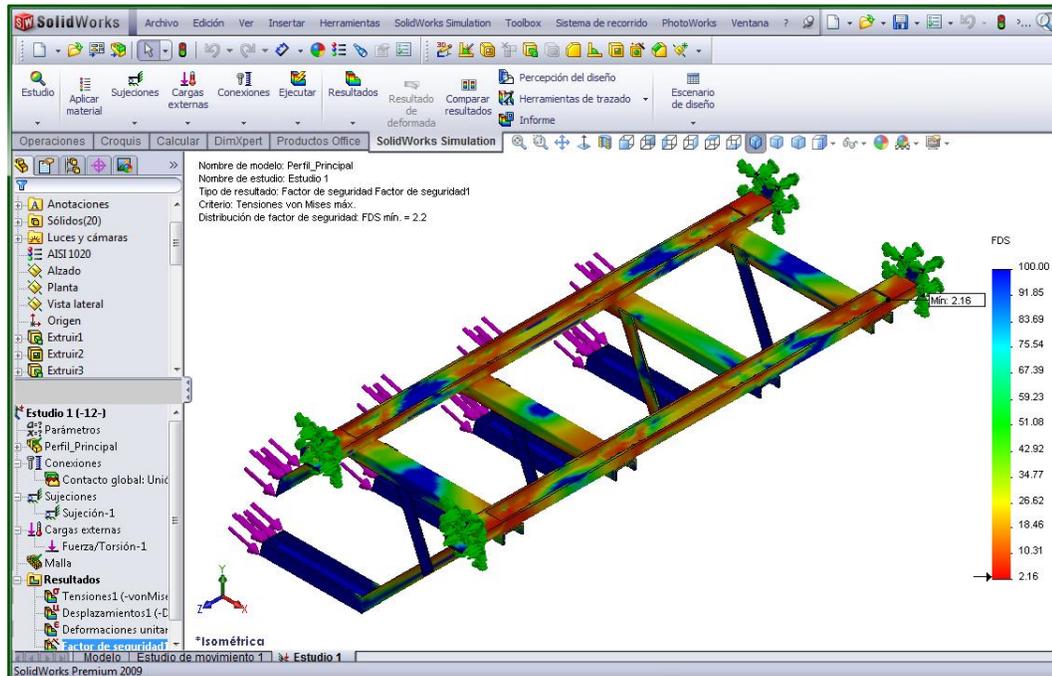


Figura 2.39 Distribución del factor de seguridad en la estructura.

En la figura 2.39, se muestra la distribución del factor de seguridad y se obtiene que las zonas críticas estén en los canales U de la parte superior, el valor mínimo del factor de seguridad es 2.16

Para determinar si el diseño de cada pieza es seguro, se realiza un análisis del factor de seguridad mínimo calculado en SolidWorks y el factor de seguridad³ recomendado para materiales dúctiles, según el tipo de carga, ver Tabla 2.6

³ Robert Mott, Diseño de Elementos de Maquinas

Tabla 2.6 Factor de seguridad para materiales dúctiles

Pieza	Factor de diseño mínimo calculado (SolidWorks)	Factores de diseño recomendado⁴	Observaciones.
Aro	2.57	1.25 a 2	Cumple
Eje de la rueda	2.17	1.25 a 2	Cumple
Eje de la reductora	2.15	1.25 a 2	Cumple
Eje de la polea	2.64	1.25 a 2	Cumple
Gancho	2.09	1.25 a 2	Cumple
Pala	2.21	1.25 a 2	Cumple
Estructura	2.16	1.25 a 2	Cumple

2.2 DISEÑO Y SELECCIÓN DE COMPONENTES ELÉCTRICOS

Parte muy importante de este proyecto es la instalación de un tablero Eléctrico, su función principal es la maniobra y protección de toda la instalación y sus usuarios. De este correcto diseño depende la funcionalidad del mismo.

El tablero está compuesto por un esquema eléctrico o diagrama unifilar, un esquema físico, una Planilla de Circuitos y Cargas, un listado de materiales y, finalmente, una estimación de costos de su armado y montaje.

2.2.1 DISEÑO DEL DIAGRAMA DE CONTROL.

El control de la energía eléctrica, es básica cuando se usa una maquinaria industrial. La electricidad industrial está relacionada en primer lugar con el control del equipo eléctrico industrial y sus procesos relacionados.

Cuando se trabaja con un motor trifásico, es fundamental, tener la habilidad para leer diagramas esquemáticos; aunque hay distintos tipos de diagramas como son:

⁴ Robert Mott, Diseño de Elementos de Máquinas

- Grados de protección 55.
- Rendimiento. 65.1
- Potencia. 2 Hp
- Factor de potencia. 0.77
- Voltaje. 220/440V
- Revoluciones por minuto 1135 rpm
- Corriente 7.8 A

Fuente de Alimentación.

Sistema Trifásico. 220 V – 4 hilos.

Tipo de Arranque.

Arranque Directo.

2.2.2 SELECCIÓN DE CONDUCTORES.

Selección del conductor del circuito Alimentador

Para seleccionar el conductor del circuito se ha tomado en cuenta un diagrama unifilar que se observa en la figura 2.40

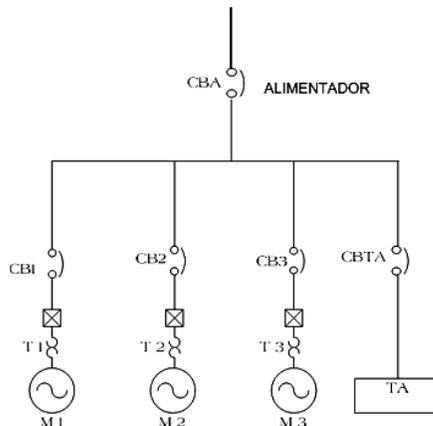


Figura 2.40 Diagrama Unifilar.

Los componentes eléctricos que se van a instalar en el galpón N° 4 se detallan a continuación en la tabla 2.7

Tabla 2.7 Descripción de maquinaria instalada.

Maquinaria	Potencia	Letra de código
M1	2 hp.	C
M2	2hp.	C
M3	2hp.	C
TA	2 KVA	FC= 20%

Cálculo de la Corriente del circuito TA.

$$I_A = \frac{S}{\sqrt{3} * V}$$

$$I_A = \frac{2000}{\sqrt{3} * 220}$$

$$I_A = 5.24 A$$

Cálculo de la corriente del Circuito Alimentador.

$$I = 1.25 * I_{motor\ mayor} + \Sigma I_{motores} + \sum I_{otras\ cargas}$$

$$I = 1.25 * 7.8 + (7.8 + 7.8) + 5.24$$

$$I = 30.59 A$$

Con $I = 30.59 A$ se selecciona el conductor del circuito alimentador (Ver Anexo 3), pero se debe tener en cuenta, la caída de voltaje que debe existir en los 100 m de distancia del galpón.

Determinación Caída de Voltaje en el Circuito Alimentador.

$$\Delta V = \rho \frac{(L*I)}{S}$$

Donde:

ΔV : Caída de voltaje.

L: Longitud del conductor. 100 m

S: Sección del conductor. 21.15mm²

ρ : Resistividad del aluminio. 2.828 * 10⁻⁸ Ω m

I: Corriente total 28.64 A.

$$\Delta V = 2.828 \cdot 10^{-5} \Omega \text{mm} \frac{(1 \cdot 10^5 \text{mm} \cdot 28.64 \text{ A})}{21.15 \text{ mm}^2}$$

$$\Delta V = 3.82 \text{ V}$$

$$e = \frac{\Delta V}{V_{NOMINAL}} * 100 \%$$

$$e = \frac{3.82 \text{ V}}{220 \text{ V}} * 100\%$$

$$e = 1.73 \%$$

Por tanto el conductor seleccionado del alimentador, para respetar el 5% de caída de voltaje máxima es:

CONDUCTOR DE ALUMINIO CUADRUPLEX 4X4 A.C.S.R. (VER ANEXO 3)

Selección Del conductor Del circuito derivado (M1. M2. M3.)

Para realizar los cálculos en los circuitos derivados se ha tomado en cuenta como referencia un solo motor de 2Hp.

Maquinaria	Potencia	Letra de código
M1	2 hp.	C

Cálculo de la corriente del circuito derivado.

$$I = 1.25 * I_{motor}$$

$$I = 1.25 * 7.8I = 9.75 A$$

Con $I = 9.75 A$ selecciono el conductor del circuito derivado (Ver Anexo 3).

CONDUCTOR THWN 10 AWG (VER ANEXO3).

2.2.3 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE PROTECCIÓN.

Son dispositivos cuya finalidad principal es proteger el motor y el mismo circuito, contra posibles daños producidos especialmente por el paso de intensidades muy altas de corriente.

Los elementos de protección deben usarse una por fase contra sobrecargos, cuyo principio de funcionamiento se basa en la deformación de ciertos materiales (bimetales) bajo el efecto del calor, paro accionar, a una temperatura determinada, sus contactos auxiliares que desconecten todo el sistema.

SELECCIÓN DE LA PROTECCIÓN DEL CIRCUITO ALIMENTADOR.

$$I = 2.5 * I_{motor\ mayor} + \Sigma I_{motores} + \Sigma I_{otras\ cargas}$$

$$I = 2.5 * 7.8 + (7.8 + 7.8) + 5.24$$

$$I = 40.34 A$$

BREAKER LG CB = 40 A. (VER ANEXO 4)

SELECCIÓN DE LAS PROTECCIONES DEL CIRCUITO DERIVADO.

Selección del Breaker.

$$I_{Prot.} = 2 * I_{cp}$$

$$I_{Prot.} = 2 * 7.8$$

$$I_{Prot.} = 15.6 A$$

BREAKER LG CB = 20 A. (VER ANEXO 4)

Selección de la Protección Térmica.

$$I_N = I_{CP} \pm 25\%$$

$$I_N = 7.8 \pm 25\%$$

$$I_N = 9.75 A$$

$$I_N = 5.85 A$$

RELÉ TÉRMICO LG GTK22-11(VER ANEXO 4)

SELECCIÓN DE PROTECCIONES DEL CIRCUITO TA.

Selección del Breaker.

$$I_{Prot.} = 1.5 * I_{cp}$$

$$I_{Prot.} = 1.5 * 5.24$$

$$I_{Prot.} = 7.86 A$$

BREAKER LG CB = 10 A (VER ANEXO 4)

2.2.4 SELECCIÓN DE LOS ELEMENTOS DE CONTROL.

De acuerdo a las características técnicas del motor y de la fuente de alimentación, se ha seleccionado los siguientes elementos.

Elección del Contactor:

Cuando se va a elegir un Contactor hay que tener en cuenta, lo siguiente:

Tensión de alimentación de la bobina: Esta puede ser continua o alterna, siendo esta última la más habitual, y con tensiones de 12V, 24V o 220 V.

Número de veces que el circuito electromagnético va a abrir y cerrar: Podemos necesitar un Contactor que cierre una o dos veces al día, o quizás otro que esté continuamente abriendo y cerrando sus contactos. Hay que tener en cuenta el arco eléctrico que se produce cada vez que esto ocurre y el consiguiente deterioro.

Corriente que consume el motor de forma permanente (corriente de servicio).

CONTACTORES LG 12 A. 110V. GMC 12 (Ver Anexo 5)

Otros elementos de control:

Pulsador ON.

Pulsador ON \ OFF.

Finales de Carrera.

2.2.5 SIMULACIÓN DEL SISTEMA EN UN SOFTWARE.

CADe_SIMU es un programa de CAD electrotécnico que permite insertar los distintos símbolos organizados en librerías y trazar un esquema eléctrico de una forma fácil y rápida para posteriormente realizar la simulación.

El programa en modo simulación visualiza el estado de cada componente eléctrico cuando esta activado al igual que resalta los conductores eléctricos sometidos al paso de una corriente eléctrica.

Desarrollo del circuito de control y fuerza en CADe_SIMU

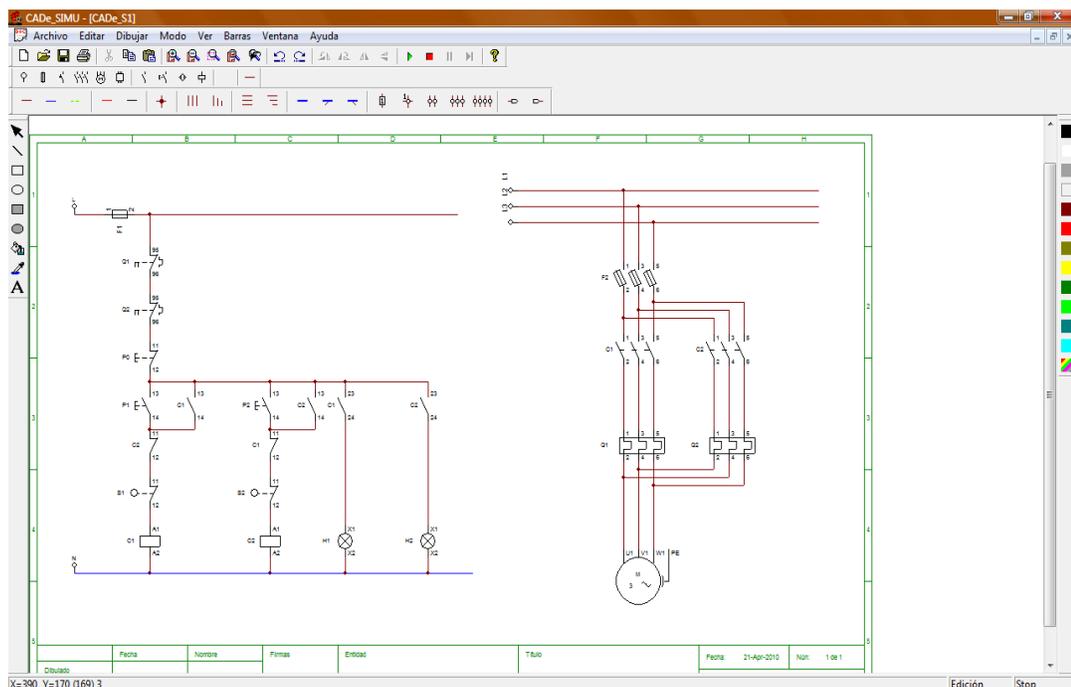


Figura 2.41 Circuito de control y fuerza

Giro derecha

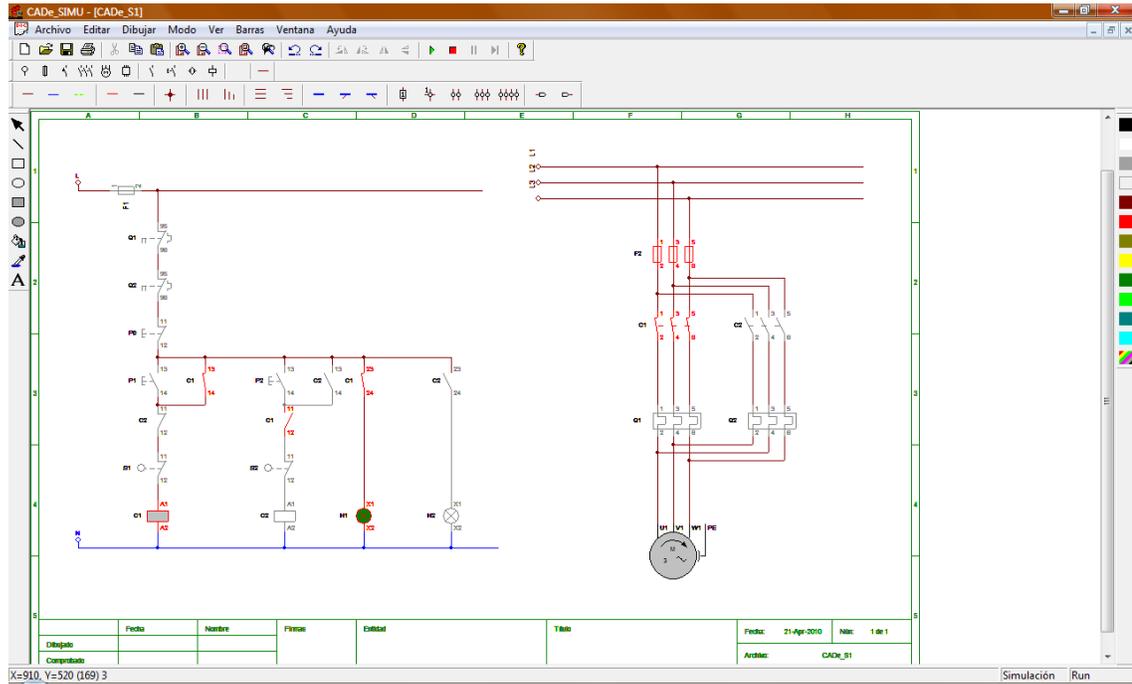


Figura 2.42 Control de Giro Derecha

Giro Izquierda

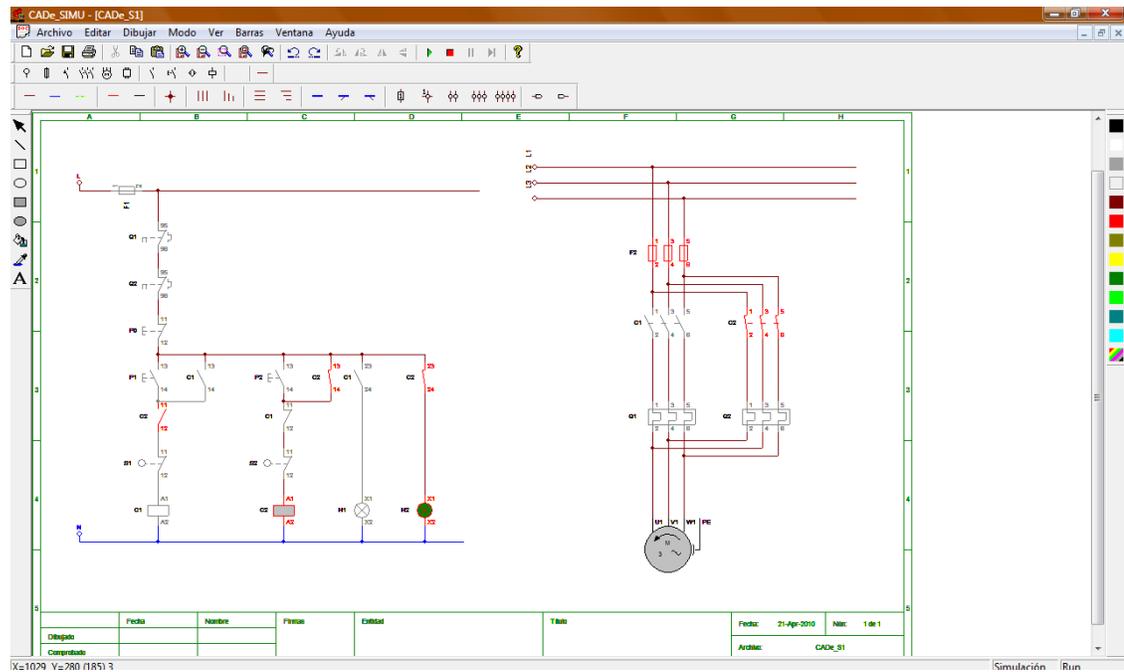


Figura 2.43 Control de Giro Izquierda

2.3 ANÁLISIS DE CARGA ENERGÉTICA DEL GALPÓN N° 4.

El análisis de carga energético realizado en el galpón N° 4, determinará, la cantidad de energía consumida, determinación de armónicos, factor de potencia; para medir todos estos parámetros se ha tomado en cuenta los siguientes antecedentes:

- Un transformador trifásico, 4 hilos de 75 KVA.
- El plantel posee varios motores: 1 motor de una mezcladora 20 Hp, 1 motor para molino de 20 Hp, 1 motor de 20 Hp de un elevador, 2 motores de bombas de 2 Hp.
- El análisis se lo realiza el día miércoles, por ser el día en que existe mayor cantidad de carga presente, desde las 8:00 am hasta las 4:00 pm en pasos de 20 seg.
- El instrumento registrador que nos ayudará a determinar el estudio de energía será el AEMC 3945 Power-Pad.

Los resultados obtenidos por el registrador AEMC 3945 en las mediciones realizadas en el centro de transformación se muestra en el Anexo 6 y su análisis se expone en la tabla 2.8

Tabla 2.8 Análisis de resultados eléctricos

Parámetros		Valores Medidos			Valores Nominales	Valores Permitidos	Observación
		Mínimo	Máximo	Promedio			
Frecuencia	Hz	59.91	60.06	59.99	60	$\pm 1\%$ ⁵	Cumple
Voltaje Vrms	L1	127.7	132.6	130.5	127	$\pm 8\% V_n$ ⁶	Cumple
	L2	128.2	131.9	129.9	127	$\pm 8\% V_n$	Cumple
	L3	128.7	132.3	130.3	127	$\pm 8\% V_n$	Cumple
Voltaje Urms	L1	221.7	229.0	225.5	220	$\pm 8\% V_n$	Cumple
	L2	221.9	228.7	225.2	220	$\pm 8\% V_n$	Cumple
	L3	222.7	229.9	226.3	220	$\pm 8\% V_n$	Cumple
Distorsión Armónica VTHD %	L1	0.6	1.2	0.93		$\leq 8\%$ ⁷	Cumple
	L2	0.7	1.4	1.034		$\leq 8\%$	Cumple
	L3	0.5	1.2	0.901		$\leq 8\%$	Cumple
Distorsión Armónica UTHD %	L1	0.7	1.3	1.042		$\leq 8\%$	Cumple
	L2	0.7	1.3	1.024		$\leq 8\%$	Cumple
	L3	0.6	1.2	0.912		$\leq 8\%$	Cumple
Distorsión Armónica ATHD %	L1	0.0	11.50	1.82		$\leq 8\%$ ⁸	Cumple
	L2	0.0	2.90	1.314		$\leq 8\%$	No Cumple
	L3	0.0	24.60	1.824		$\leq 8\%$	Cumple
FliKer Vflk	L1	0.200	2.04	0.543		< 1	Cumple
	L2	0.220	1.10	0.487		< 1	Cumple
	L3	0.210	1.57	0.566		< 1	Cumple
Factor de Potencia PF	L1		0.796			> 0.92 ⁹	No Cumple
	L2		0.779			> 0.92	No Cumple
	L3		0.921			> 0.92	Cumple
Desbalance de Fases	Vunb %	0.0	0.4	0.223		$< 2\%$ ¹⁰	Cumple
	Aunb %	0.0	54.7	4.118		$< 40\%$ ¹¹	Cumple

⁵ Norma UNE EN 50 160

⁶ Regulación N° CONELEC – 004 / 01

⁷ Regulación N° CONELEC – 004 / 01

⁸ Regulación N° CONELEC – 003 / 08 (IEEE 519)

⁹ EMPRESA ELECTRICA COTOPAXI

¹⁰ Norma IEC 61000-2-2, Norma IEEE 1159

¹¹ IEEE Standard 1159

2.4 PLANOS DE CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE.

En los planos de construcción y montaje se representarán las conexiones eléctricas y el ensamblaje de los diferentes elementos mecánicos, que componen el sistema de recolección de la gallinaza.

Una característica general, de estos planos, es la representación de los elementos que componen el equipo, dispuestos según su posición real, con las conexiones y piezas a juntarse entre ellos, de forma que la representación gráfica proporcione una imagen clara de la instalación. (Ver Anexo 7)

2.5 DISEÑO DEL PROCESO DE INSTALACIÓN DEL SISTEMA.

Sistema Eléctrico.

Tableros eléctricos.

Diseño y construcción mecánica: Estará formado por una estructura en carpintería metálica, autoportante construido de hierro de 2mm de espesor, para interior, grado de protección IP52, la puerta frontal tendrán bisagras ocultas y cerrará mediante cierre de llave cuadrada tipo 1/4 de vuelta con manija retirable. Poseerán un sistema de cierre que impida la entrada de polvo y agua por goteo.

Alimentación.

El tablero principal del centro de control de motores tendrá una alimentación trifásica 220 V con neutro, se utilizará un Breaker principal para la entrada de 40 A tripolar; y breakers secundarios de 20 A para la alimentación de los circuitos secundarios.

Distribución.

En la parte superior dentro del tablero se ubicará el breaker principal (40 A), fusibles de protección del circuito de control y un breaker de protección para el circuito de iluminación, a continuación se pondrá los breakers secundarios (20 A), luego se colocarán los contactores los mismos que ayudarán a la conexión y desconexión de

los circuitos de fuerza, y finalmente se situarán los guardamotores, que a su vez estos servirán para proteger a los motores.

En la cara principal del tablero de control se dispondrán de los pulsadores ON / OFF, los mismos que permitirán realizar las maniobras de arranque y parada del motor.

Cableado del circuito de fuerza.

El cableado se lo realizará con un cable sólido # 12 AWG THHN.

Cableado del circuito de control.

Para el cableado del circuito control se dispondrá de un cable sólido # 14 AWG THHN flexible.

Todas las conexiones deberán estar garantizadas contra aflojamiento accidental.

Motor

En el motor se dispondrá de una caja de terminales la misma que tendrá un diagrama de conexiones, verificar las mismas y conectar según el diagrama de fuerza. (Ver Anexo 2)

Sistema mecánico.

Los elementos que componen el sistema mecánico serán acoplados como se muestra en los planos de montaje (ver Anexo 2), con sus respectivas uniones de suelda y pernos diseñados anteriormente, tomando en cuenta el apriete de los pernos. A continuación detallaremos la instalación mecánica.

Correas “G”

Las correas son de tipo “G” de 100 * 50 * 15 * 3 mm, se acoplan a un ángulo “L” de 40 * 40 * 5, este conjunto se empotra de una manera paralela en las paredes de la fosa con una longitud total de 60 m; estarán alineadas de tal manera que la distancia entre el piso y las mismas será siempre la misma.

Estructura de la Pala mecánica

La estructura de la pala mecánica está diseñada con un canal “U” de 80* 40 * 5mm, acoplada mediante pernos a una plancha de Acero Inoxidable de 3 mm.

La estructura a su vez estará acoplada a un cable de acero con alma de yute de 3/8', 6 * 19.

Motor – Reductor.

El motor se anclara al piso a través de una estructura de Correa “G” de 100 * 50 * 15 * 3 mm, el reductor se acoplará a un eje de 40 mm de diámetro, el cual tendrá en sus extremos chumaceras de pared para su soporte. Los tambores que en este caso sirven como poleas también estarán ensamblados en el eje.

Cable de Acero

El cable de acero de acero 3/8', 6 x 19 con alma de yute se anclara a través de grilletes para cable de 3/8', con tensores M16, hacia la pala.

CAPITULO III

CONSTRUCCIÓN E IMPLEMENTACIÓN

La construcción e implementación del sistema de recolección de la gallinaza, se realizará en tres etapas definidas a continuación. Disponiendo en todos los casos de las medidas de seguridad necesarias para una correcta implementación del sistema.

3.1 CONSTRUCCIÓN DE LA OBRA CÍVIL.

La construcción de la obra civil se realizará a partir de una infraestructura antigua, que servirá como base para la implementación del sistema de recolección de gallinaza. Como se muestra en la Figura 3.1



Figura 3.1 Infraestructura anterior

En la obra civil se ha construido el piso de la cama, las paredes de empotramiento de las correas “G”, una rampa de carga, debidamente alisadas para reducir la fricción. Como se muestra en la figura 3.2



Figura 3.2 Construcción de la Obra Civil

Se ha tenido que eliminar las puertas de acceso, como se muestra en la figura 3.3 del piso de la cama, debido a que se empotrarán los motores del sistema de recolección de gallinaza.



Figura 3.3 Puertas de acceso

Se ha realizado la construcción de las paredes de la fosa, con el empotramiento de las correas "G", las mismas que servirán posteriormente para el deslizamiento de la estructura de la pala recolectora de gallinaza, como se indica en la figura 3.4



Figura 3.4 Construcción de las paredes

La cama de alojamiento del abono de las gallinas se ha construido en una longitud de 60 m, con un desnivel de 40 cm para ayudar a desalojar los líquidos que eliminan las aves, como se muestra en la figura 3.5



Figura 3.5 Construcción de la cama

Se ha realizado la construcción adicional al galpón de gallinas de una rampa de acceso para poder sacar el abono, de 2 m de ancho, con una profundidad de 3 m, como se indica en la figura 3.6



Figura 3.6 Rampa de Recolección

3.2 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA MECÁNICO.

El sistema mecánico se ha construido y montado según el diseño realizado en el capítulo anterior, bajo normas y estándares de calidad.

Correas “G”

El montaje del sistema mecánico empieza con el empotramiento de las correas “G”, como se muestra en la figura 3. 7, donde se ha realizado el anclaje de un total de 10 correas “G”, por cada lado.



Figura 3.7 Empotramiento de Correos “G”

Empotramiento Motor – Reductor.

El motor – reductor se ha anclado a una base empotrada de acero, con 4 pernos de ½ pulgada milimétricos, como se muestra en la figura 3.8



Figura 3.8 Empotramiento Motor – Reductor

Acoplamiento del Eje de 40 mm.

El acoplamiento del eje de 40 mm, con la caja reductora se realiza mediante una chaveta, el eje posee una longitud de 1800 mm. Como se indica en la figura 3.9



Figura 3.9 Acoplamiento del Eje

Acoplamiento del Tambor.

El tambor de 30 cm de diámetro, se ensambla mediante 5 pernos de sujeción de ½ pulgada, y una platina de 20 cm de diámetro, la misma que esta soldada con un electrodo 6011 con el eje de 40 mm, como se muestra en la figura 3.10

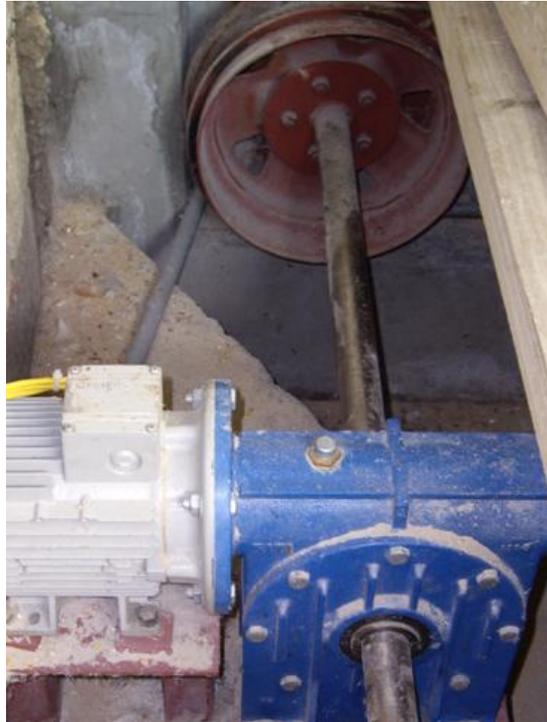


Figura 3.10 Acoplamiento del Tambor

Acoplamiento del tensor con el cable de acero.

El tensor M16 que ayudará a regular la distancia del cable de acero, es de hierro galvanizado y esta encajado con el gancho de la estructura de la pala, los acoples se realizan a través de grilles de 3/8 de pulgada. Como se indica en la figura 3.11



Figura 3.11 Acoplamiento del tensor M16 y la estructura

Montaje de la estructura con la pala de acero inoxidable.

El montaje de la estructura con la pala, se ha realizado con pernos de $\frac{1}{4}$ de pulgada, a través de los perfiles de anclaje. Como se muestra en la figura 3.12



Figura 3.12 Montaje de la estructura

Empotramiento del eje y polea.

El eje de la polea de 30 cm de longitud, está empotrada en la pared a una distancia de 15 cm, este eje tiene acoplado una polea de 30 cm de diámetro, la misma que se utilizará como guía del cable de acero, como se indica en la figura 3.13.



Figura 3.13 Empotramiento del Eje y la polea

3.3 CONSTRUCCIÓN Y MONTAJE DEL SISTEMA ELÉCTICO.

Lo primordial que se debe hacer antes de construir y montar el sistema eléctrico es leer e interpretar los planos de diseño y montaje realizados anteriormente, teniendo en cuenta las especificaciones técnicas, para cada elemento.

La construcción del sistema eléctrico empieza con la alimentación trifásica hacia el galpón N° 4, desde la caja de distribución principal, que se encuentra ubicada en el galpón de almacenamiento de comida.

La alimentación se realizó con un cable cuádruplex 4X4, recorriendo una distancia de 100 m, se ha tomado en cuenta la caída de voltaje. Como se muestra en la figura 3.14



Figura 3.14 Tablero de control

El tablero de control se alimenta con un sistema trifásico 220 V, 4 hilos, como se muestra en la figura 3.15, posee un Breaker principal tripolar para riel DIN de 40 A este ayudará a proteger todos los circuitos que se armarán dentro del galpón N° 4.

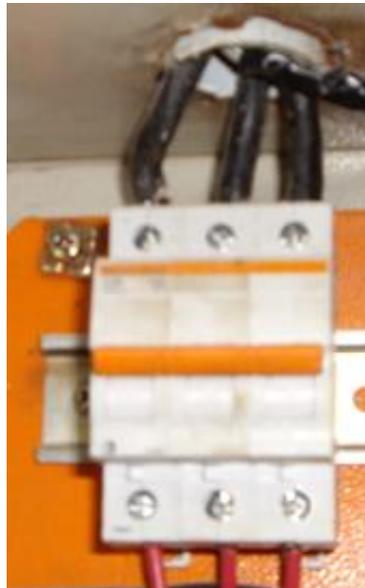


Figura 3.4 Breaker Principal

Se instalarán breakers secundarios de 20 A respectivamente, a fin de proteger los circuitos secundarios, como se muestra en la figura 3.16



Figura 3.16 Breaker Secundario

Existen dos circuitos para cada motor. El primer circuito servirá para el control del motor, el cual será cableado con un conductor N° 14 flexible AWG; el segundo circuito es de fuerza, servirá para alimentar al motor, con un conductor N° 10 sólido AWG.

Los contactores, que se utilizarán son de 12 A, con una bobina de 120 V. como se muestra en la figura 3.17. Con su respectiva protección de relés térmicos, que están en el rango de 9 a 12 A.

La alimentación del sistema de control es de 120 V.



Figura 3.17 Control de Motores

Finalmente las fases de alimentación del motor se colocarán en una canaleta ranurada de 40 x 40 mm, como se muestra en la figura 3.18



Figura 3.18 Alimentación del Motor

Adicionalmente se realizado un circuito monofásico de iluminación de 36 lámparas.

CAPITULO IV

PRUEBAS.

4.1 PRUEBAS MECÁNICAS.

Varias de las pruebas que se realizaron en el sistema mecánico se mencionan a continuación:

Probar que cumpla el recorrido sin carga.

La pala debe recorrer los 60 metros que tiene la cama, con esta prueba, encontramos inconvenientes con el piso y con las paredes de la cama, porque la construcción de ellos no se realizó en forma uniforme, para solucionar estos problemas se efectuó varias modificaciones: se alzó la plancha de acero inoxidable un centímetro del suelo, también se corrigió la distancia de las planchas lateral con respecto a las paredes.

Experimentar cual es el tiempo y velocidad de recolección.

El tiempo de recolección y de retorno en los 60m de recorrido se muestra a continuación en la tabla 4.1

Tabla 4.1 Tiempo de funcionamiento.

	Avance	Retroceso
Tiempo (s)	3' 25"	3' 20"

Para obtener la velocidad de avance y retroceso (tabla 4.2) se calcula a través de los datos anteriores.

Tabla 4.22 Velocidad de funcionamiento.

	Avance	Retroceso
Velocidad ($\frac{cm}{s}$)	29.26	30

Demostrar que cantidad de peso puede recolectar.

Para esto se procedió a recolectar el abono en intervalos de: 1 día, 2 días y 3 días. Obteniendo algunos resultados aproximados que se indican en la tabla 4.3

Tabla 4.3 Peso aproximado del abono.

Tiempo.		
1 día	2 días	3 días
350 kg	520 kg	700 kg

En un día la pala, arrastra con normalidad todo el recorrido de la cama.

En dos días la pala se para a los 57 m de la distancia total de la cama.

En tres días la pala se detiene en los 50 m.

Estableciendo que solo se puede utilizar, el sistema de recolección de gallinaza para un día de alojamiento del abono.

Observar que cantidad de abono queda en el piso de la cama.

Ya concluido el recorrido de la pala y el desalojado del abono de la cama revisaremos que cantidad de abono queda impregnado en el pisos y en las paredes como se muestra en la figura 4.1



Figura 4.1 Restos de gallinaza

4.2 PRUEBAS ELÉCTRICAS.

Las pruebas eléctricas que se tomaron en cuenta para el correcto funcionamiento del sistema de recolección del abono y se muestran a continuación:

Medición del voltaje de alimentación.

Durante el recorrido de la pala se tomo varias medidas del voltaje de alimentación, estableciendo que no se producía caídas de voltaje superiores al 5%, como se indica en la tabla 4.4

Tabla 4.3 Voltaje y Caída de voltaje en las líneas.

	Voltaje. (V)	Caída de Voltaje. (V)
L1 - L2	229	3.82
L2 - L3	228.7	4.10
L1 - L3	229.9	3.40

Medición de corriente del motor.

En el avance de la pala, la corriente del motor se mantiene con 6.32 A, hasta cuando la pala ya a recorrido los 3/4 de la distancia total, en ese momento la corriente sube a 6.95 A, hasta cuando llega al termino del recorrido.

Actuación de los elementos de control.

Se ejecutó la prueba de enclavamiento eléctrico, pulsando en forma manual las bobinas de los contactores para evitar que los dos contactores funcionen al mismo tiempo.

Se comprobó por varias ocasiones el correcto funcionamiento del circuito de control sin tener conectado la alimentación del motor.

Actuación de los elementos de protección.

Se realizaron cortocircuitos de prueba para determinar que los breakers, tanto del circuito de alimentación como del circuito derivado actuaron en forma inmediata, y que se activan en los valores que indica la tabla 4.5

Tabla 4.5 Corriente de accionamiento de los breakers en los circuitos.

	Breaker circuito derivado.	Breaker circuito alimentador.	Breaker circuito iluminación.
I_{accionamiento} (A)	20	40	10

Se efectuó varias sobrecargas en la recolección del abono, para conocer que los relés térmicos se accionen en los rangos seleccionados (9-13 A).

4.3 MANUAL DE OPERACIÓN.

Este manual explica como maniobrar el sistema de recolección de gallinaza. El sistema está preparado para ser utilizado fácilmente y con toda seguridad mediante la utilización del equipo eléctrico y del equipo mecánico.

Instrucciones de Operación.

Luego de la correcta instalación y prueba básica del sistema estamos en condiciones de hacer trabajar el sistema de recolección del abono siguiendo algunos pasos:

1. Verificar el nivel y la coloración de aceite de la caja reductora.
2. Verificar que los finales de carrera se encuentren en buen estado.
3. Observar que todos los elementos mecánicos de la pala que recolecta el abono se encuentre sin ninguna falla.
4. Prestar atención de que no exista ninguna carga extraña dentro de la cama (recorrido de la pala).
5. Inspeccionar que en el tablero eléctrico los dispositivos de control y potencia no presente ninguna falla y que no se encuentren cables sueltos o libres en su interior.
6. Energizar el breaker principal y el breaker secundario.
7. Presionar el pulsador de arranque para que empiece la recolección del abono y verificar su perfecto funcionamiento hasta el punto de desalojo, estar atento a la desconexión del contactor de avance que se produce al término del recorrido de la cama.
8. Realizar la limpieza de la pala al final del recorrido.
9. Presionar el pulsador de retorno para el regreso de la pala y verificar que cuando llegue al punto de inicio se haya desactivado el contactor de retroceso.
10. Desconectar los breakers de alimentación.

4.4 MANUAL DE MANTENIMIENTO.

Con la implementación del sistema de recolección del abono, se debe realizar un mantenimiento preventivo programado para evitar que los costos de reparación se eleven y de la parada del desalojo del abono por tanto la ejecución del mantenimiento permitirá alcanzar un mayor grado de durabilidad y confiabilidad en los equipos, máquinas, construcción civil e instalación eléctrica.

Mantenimiento Preventivo.

Pretende reducir la reparación mediante una rutina de inspecciones periódicas y la renovación de los elementos dañados.

Por tanto se creó una hoja de actividades para la conservación del sistema de recolección de gallinaza (tabla 4.6)

Tabla 4.6 Hoja de mantenimiento del sistema.

Hoja De Mantenimiento del Sistema.		
Elemento/Equipo	Mantenimiento.	Frecuencia.
Motor Eléctrico.	Tocar la superficie de la carcaza, verificando que la temperatura no exceda 60°C, o la temperatura del fabricante.	Semanal.
	Verificar que no existan ruidos o vibraciones anormales.	Diario.
	Examinar que en la bornera no exista ningún terminal libre.	Mensual.
	Examinar el apriete de los pernos de anclaje y de la brida.	Trimestral.
	Limpiar el polvo que se encuentran en las aletas de la carcaza.	Semanal.
	Limpiar de impurezas la caja de bornes.	Mensual.
Contactor.	Verificar que el resorte de la bobina se encuentre en perfecto estado.	Mensual.
	Comprobar que no existan puntos calientes en los terminales de conexión.	Mensual.
	Verificar que la temperatura no exceda 80°C	Diario.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Relés Térmicos.	Probar con un multímetro, que los contactos no presenten ningún defecto.	Mensual.
	Comprobar que no existan puntos calientes en los terminales de conexión.	Mensual.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Breakers.	Comprobar que no existan puntos calientes en los terminales de conexión.	Mensual.
	Accionar en forma manual y con un multímetro verificar la continuidad en cada terminal.	Mensual.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.

Elemento/Equipo	Mantenimiento.	Frecuencia.
Finales de Carrera.	Accionar en forma manual y con un multímetro comprobar el cierre y apertura de sus terminales.	Mensual.
	Comprobar que no existan puntos calientes en los terminales de conexión.	Mensual.
	Observar que el rodillo de accionamiento no tenga ningún problema.	Semanal.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Caja Reductora.	Verificar que no existan ruidos o vibraciones anormales.	Diario.
	Comprobar que los tapones estén bien cerrados para que no ingrese el polvo.	Mensual.
	Observar el nivel y la coloración del aceite.	Mensual.
	Examinar el apriete de los pernos de anclaje y de la brida.	Trimestral.
	Tocar la superficie verificando que la temperatura no sea alta.	Semanal.
	Ver que los retenedores del aceite se encuentren en perfecto estado.	Semanal.
	Reemplazar el aceite de lubricación.	Semestral.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Chumaceras.	Verificar que no existan ruidos anormales.	Diario.
	Examinar el apriete de los pernos de sujeción.	Trimestral.
	Ver que los retenedores se encuentren bien cerrados y en perfecto estado.	Semanal.
	Cambiar de grasa.	Semestral.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Rodamientos.	Verificar que no existan ruidos anormales.	Diario.

Elemento/Equipo	Mantenimiento.	Frecuencia.
	Ver que los retenedores se encuentren bien cerrados y en perfecto estado.	Semanal.
	Cambiar de grasa.	Semestral.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Cable de Acero.	Engrasar.	Mensual.
Grilletes.	Examinar el apriete de los pernos de sujeción.	Trimestral.
	Limpiar el polvo e impurezas de la superficie.	Semanal.
Estructura.	Limpiar el abono que se ha pegado en el interior o exterior.	Semanal.
	Examinar el apriete de los pernos que sostiene a la pala.	Semestral.
	Pintar	Al término de la fase de postura.
Pala.	Limpiar el abono que se ha impregnado en la superficie de plancha de acero inoxidable.	Diario (cada desalojo)
Correas G.	Limpiar el polvo e impurezas que se hallen en la superficie de guía.	Semestral.
	Engrasar su interior.	Semestral.
	Pintar	Al término de la fase de postura.
Polea.	Limpiar el abono que se ha impregnado en la superficie.	Semanal.
	Pintar	Al término de la fase de postura.
	Verificar los seguros.	Mensual.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 CONCLUSIONES

- Se utilizó el software SolidWorks 2009 para reducir el tiempo del diseño; permitiendo obtener los esfuerzos, desplazamientos y factor de seguridad para cada elemento.
- Se ha identificado los problemas que tiene la empresa en relación al desalojo del abono, teniendo una gran importancia el impacto ambiental que ha afectado a sectores aledaños a la granja avícola durante varios años.
- Se desarrolló una hoja de mantenimiento para el sistema de recolección de la gallinaza el cual contiene actividades a aplicarse durante la fase de postura de las aves.
- Se realizó un análisis a la red de alimentación de la empresa avícola, encontrando como resultado un desbalance de las fases; debido a que la carga instalada no está distribuida uniformemente.
- Para la simulación del sistema eléctrico se utilizó el paquete computacional CAdE_SIMU Versión 1.0; que permitió comprobar el diseño del circuito de control y de fuerza.
- La pendiente que se construyó en el piso de la cama del Galpón N° 4 no ayudó de la manera que se esperaba, debido a la distancia, ocasionando una demora en la instalación del sistema de recolección de la gallinaza.

- En la construcción de la obra civil, se ha consumido la mayor cantidad del tiempo planificado para dicha actividad.
- Con la implementación del sistema de recolección de gallinaza en el plantel avícola se reducirá la cantidad de obreros e implementos utilizados en el desalojo del abono.
- El análisis de carga energético nos dio como resultado que el plantel avícola tiene un bajo factor de potencia que es de 0,72, por lo tanto existe una penalización por parte de ELEPCO S.A.
- El presente trabajo consta de información organizada y actualizada, que contribuirá a dar soluciones a las empresas avicultoras del centro del país, en la recolección del abono de una forma rápida y segura, reduciendo los costos de desalojo de una forma significativa.

5.2 RECOMENDACIONES

- Es necesario la corrección del factor de potencia, realizando el diseño y la construcción de un banco de capacitores que ayudará a elevar el factor de seguridad.
- Instruir al personal de trabajo, en el uso adecuado de las instalaciones sobre medidas de seguridad y funcionalidad de los equipos y sistemas instalados en la empresa.
- Se considera indispensable el balanceo de las fases en el sistema eléctrico dentro de la empresa, para de esta manera evitar calentamientos en las líneas y así ampliar la vida útil de los conductores.
- Hacer un mantenimiento minucioso del sistema de recolección de la gallinaza, tanto eléctrico, como mecánico al finalizar la etapa de postura de las aves, de esta manera estaremos garantizando la durabilidad del proyecto.
- El sistema de recolección de la gallinaza en este galpón se ha diseñado para soportar el peso y volumen que generan las aves durante un día completo.
- Se recomienda revisar periódicamente las fugas en el sistema de bebida de las aves, para evitar que el abono contenga mayor cantidad de agua y así aumentar su peso.
- Reubicar el lugar de almacenamiento de la comida de las aves, porque el polvo generado por el balanceado, afecta directamente a los componentes de la caja reductora y de los cables de alimentación del motor.

- Se recomienda la utilización de una cubierta de acero galvanizado como techo de la estructura del sistema de recolección de la gallinaza, para que tenga una mayor vida útil.
- Seguir la hoja de mantenimiento preventivo, para prevenir que se presente cualquier tipo de problema en el funcionamiento normal del sistema de recolección de la gallinaza.

Bibliografía

- Shigley, J. E. ELEMENTOS DE MÁQUINAS. Rio de Janeiro. Libros Técnicos y Científicos 1992.
- SKF. SKF Catálogo General – 3000 PB Sao Paulo: Brasil 1980.
- Robert L. Norton DISEÑO DE MAQUINARIA Ed. Mc. Graw Hill 1999.
- Prentice Hall DISEÑO DE ELEMENTOS DE MÁQUINAS. Mexico 1995 851p.
- Oerlikon MANUAL DE SOLDADURA Edición 1995.
- Gilberto Enríquez Harper EL ABC DE LAS INSTALACIONES INDUSTRIALES 1^{ra} Edición, 1985
- Gilberto Enríquez Harper PROTECCIÓN DE INSTALACIONES ELECTRICAS INDUSTRIALES Y COMERCIALES 1^{ra} Edición, 1994
- Catálogo Técnico Comercial SITI 07. 2007.

Elaborado por:

Mauricio Xavier Andrade García
C.I. 0502668148

Jorge Luis Lozada Escobar
C.I. 1804018206

Aprobado por:

Ing. Mario Jiménez
Director de Carrera de Electromecánica

Certificado por:

Dr. Eduardo Vásquez
Secretario Académico