UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA, LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

TEMA:

"DISEÑO Y SIMULACION FUNCIONAL DE UN EQUIPO SEMIAUTOMÁTICO DE CLASIFICACIÓN DE ALEVINES DE TRUCHA EN LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA".

Tesis de Grado previa la Obtención del Título de Ingeniero Electromecánico

AUTOR:

BYRON ENRIQUE CUEVA JUMBO

DIRECTOR:

Ing. LUIS ARMANDO SALGADO VALAREZO

LOJA – ECUADOR

CERTIFICACIÓN

Ing. LUIS ARMANDO SALGADO VALAREZO, Director de la Tesis, cuyo tema versa en "Diseño y simulación funcional de un equipo semiautomático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia San Lucas del cantón Loja" de la carrera de Ingeniería Electromecánica de la Universidad Nacional de Loja, a petición de la parte interesada:

CERTIFICA:

Que el presente Proyecto de Investigación fue elaborado bajo mi dirección, y una vez que ha sido culminado, autorizo la presentación del mismo para los fines legales pertinentes.

Loja, abril del 2014

.....

Ing. Luis Armando Salgado Valarezo

DIRECTOR DE TESIS

AUTORÍA

Yo, **Byron Enrique Cueva Jumbo** declaro ser autor del presente trabajo de tesis y eximo expresamente a la Universidad Nacional de Loja y a sus representantes jurídicos de posibles reclamos o acciones legales, por el contenido de la misma.

Adicionalmente acepto y autorizo a la Universidad Nacional de Loja, la publicación de mi tesis en el Repositorio Institucional-Biblioteca Virtual.

Autor: Byron Enrique Cueva Jumbo

Firma: .....

Cédula: 1104681109

Fecha: 05 de junio de 2014

CARTA DE AUTORIZACIÓN DE TESIS POR PARTE DEL AUTOR, PARA LA CONSULTA, REPRODUCCIÓN PARCIAL O TOTAL, Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA

Yo, Byron Enrique Cueva Jumbo declaro ser autor de la tesis titulada: **"Diseño y simulación funcional de un equipo semi-automático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia San Lucas del cantón Loja"**, como requisito para optar por el grado de Ingeniero Electromecánico; autorizo al Sistema Bibliotecario de la Universidad Nacional de Loja para que con fines académicos, muestre al mundo la producción intelectual de la Universidad, a través de la visibilidad de su contenido de la siguiente manera en el Repositorio Digital Institucional:

Los usuarios pueden consultar el contenido de este trabajo en el RDI, en las redes de información del país y del exterior, con las cuales tenga convenio la Universidad.

La Universidad Nacional de Loja, no se responsabiliza por el plagio o copia de la tesis que realice un tercero.

Para constancia de esta autorización, en la ciudad de Loja, a los cinco días del mes de febrero del dos mil catorce, firma el autor.

Firma:

Autor: Byron Enrique Cueva Jumbo
Cédula: 1104681109
Dirección: Loja, Esteban Godoy, Kelvin Romero entre Jeovanny Calles y S/n
Email: byrcueva@gmail.com
Teléfono: 2546085 **Celular:** 0969698503

DATOS COMPLEMENTARIOS

Director de Tesis: Ing. Luis Armando Salgado Valarezo

Tribunal de Grado: Ing. Milton Amable León Tapia, Mg. Sc.
Ing. Julio César Cuenca Tinitana, Mg. Sc.
Ing. Jorge Luis Maldonado Correa, Mg. Sc

AGRADECIMIENTO

Mi agradecimiento en primer lugar a Dios por obsequiarme la vida, por haberme dado la sabiduría y capacidad de desarrollarme en esta profesión tan compleja pero muy satisfactoria; agradezco a mi familia y amigos que de una u otra forma contribuyeron en mi formación profesional.

A esta gran institución educativa, como es la Universidad Nacional de Loja, y el Área de La Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables; porque dentro de sus salones recibimos la formación académica, y al grupo de docentes de la carrera, Ingeniería Electromecánica, los cuales desde el inicio me enseñaron nuevos caminos, aportándonos grandes conocimientos en nuestra formación profesional. Al Ing. Luis Armando Salgado, Director de tesis, por el interés y paciencia que mostró en la realización de este proyecto.

DEDICATORIA

Dedico el presente proyecto de tesis a mis padres: Enrique Cueva y Lilia Jumbo, y a mis hermanos, que gracias a ellos he podido culminar con triunfo mis estudios universitarios y por apoyarme incondicionalmente en lo moral, espiritual y económico, muy por encima de las muchas limitaciones, inculcándome en mi la perseverancia y los valores necesarios para finalizar una etapa más de mi vida.

Byron Cueva

TABLA DE CONTENIDOS.

PORTADA I
CERTIFICACIÓN II
AUTORÍA III
CARTA DE AUTORIZACIÓN III
AGRADECIMIENTO V
DEDICATORIA VI
TABLA DE CONTENIDOS. VII
ÍNDICE DE FIGURAS XI
ÍNDICE DE TABLAS XIV
A. TÍTULO: 1
B. RESUMEN. 2
C. INTRODUCCIÓN. 5
D. REVISIÓN DE LITERATURA 7
D.1. CAPÍTULO I: CARACTERÍSTICAS Y PROCESO TECNOLÓGICO DE CLASIFICACIÓN DE ALEVINES DE TRUCHA. 7
d.1.1. Generalidades 7
d.1.2. Características y hábitat. 10
d.1.2.1. Características. 10
d.1.2.2. Hábitat. 11
d.1.3. Etapas de desarrollo de la trucha. 12
d.1.3.1. Ova. 12
d.1.3.2. Alevino. 13
d.1.3.3. Juvenil. 13
d.1.3.4. Comercial. 13
d.1.4. Parámetros de cultivo. 13
d.1.4.1. Recurso Hídrico. 14
d.1.5. Proceso Tecnológico de Clasificación 14
d.1.5.1. Caudal necesario para el cultivo de trucha. 14
d.1.5.2. Número de alevines en los estanques. 15
d.1.5.3. Temperatura ideal del agua. 16

d.1.5.4. Infraestructura piscícola 16
d.1.5.5. Clasificación de truchas. 17
d.1.5.6. Máquinas Clasificadoras de peces..... 21
D.2. CAPÍTULO II. REFERENCIAS DE DISEÑO 23
d.2.1. Estructuras metálicas. 23
d.2.1.1. Deformación de vigas..... 23
d.2.1.2. Momento de inercia..... 24
d.2.1.3. Columnas..... 24
d.2.1.4. Factor de diseño y carga admisible. 24
d.2.1.5. Fuerza de rozamiento. 25
d.2.1.6. La fuerza normal 25
d.2.2. Instrumento de medida y control 27
d.2.2.1. Balanza 27
d.2.2.2. Tipos de Balanzas..... 28
d.2.2.3. PLC (Controlador Lógico Programable)..... 29
d.2.2.4. Relé Térmico 30
d.2.2.5. Final de Carrera..... 31
d.2.2.6. Actuador lineal. 32
d.2.2.7. Selector..... 32
d.2.2.8. Bomba hidráulica 33
d.2.2.9. Motorreductores. 34
d.2.3. Elementos de trasmisión..... 35
d.2.3.1. Cadenas 35
d.2.3.2. Cables de acero..... 36
d.2.3.3. Designación del cable..... 39
d.2.4. Rodamientos y Cojinetes 40
d.2.4.1. Tipos de rodamientos 41
d.2.4.2. Características de los Rodamientos..... 43
d.2.5. Chumaceras 45
d.2.6. Chavetas o cuñas 46
d.2.7. Ejes 47
d.2.7.1. Diámetro de los ejes 47

d.2.7.2. Deformación 48
D.3. CAPÍTULO III: DISEÑO DE LA PROPUESTA TECNOLÓGICA DE CLASIFICACIÓN. 49
d.3.1. Descripción del estado actual y razón de la propuesta planteada 49
d.3.1.1. Características del sector 51
d.3.1.2. Descripción del sitio de aplicación del proyecto. 51
d.3.1.3. La cantidad de peces. 54
d.3.1.4. Características de la instalación. 54
d.3.1.5. Capacidad máxima de criaderos 54
d.3.1.6. Proceso de clasificación. 54
d.3.1.7. Capacidad y tiempo de clasificación. 57
d.3.2. Requerimientos del sistema semiautomático de acuerdo a la propuesta de mejora. 57
d.3.2.1. Generalidades para el diseño. 58
d.3.2.2. Análisis estadístico de los alevines. 58
d.3.3. Diseño de la propuesta tecnológica de clasificación. 62
d.3.3.1. Características de la propuesta de clasificación. 62
d.3.3.2. Nuevo proceso de clasificación. 68
d.3.4. Diseño de recolector 71
d.3.4.1. Masa de la parte inundada en el recolector 73
d.3.4.2. Volumen del recolector (Vr) 74
d.3.5. Diseño y dimensionamiento de los sistemas propuestos. 74
d.3.5.1. Capacidad de los estanques para almacenar alevines 74
d.3.5.2. Masa de cada clase de alevín (grande, mediana y pequeña), obtenida mediante la muestra. 75
d.3.5.3. Capacidad del recolector para almacenar alevines 76
d.3.5.4. Cálculo del peso del recolector (Pr) y la tensión (T) del cable 80
d.3.5.5. Potencia necesaria del motor 1 ($PM1$) 84
d.3.5.6. Cálculo de número de revoluciones de la transmisión del motor 1 .. 85
d.3.5.7. Elección del motor 1. 85
d.3.5.8. Cálculo del peso total a levantar por los actuadores lineales. (PT).. 85
d.3.5.9. Cálculo de las reacciones producidas en el punto mínimo de estiramiento del recolector 88

d.3.5.10. Cálculo de las reacciones en el punto máximo de estiramiento del recolector. 90
d.3.5.11. Cálculo de momento de inercia (I) de la varilla de asenso..... 93
d.3.5.12. Cálculo de la base del carro transversal 95
d.3.5.13. Cálculo de la base del carro longitudinal. 102
d.3.5.14. Potencia del motor trasversal o motor 2..... 104
d.3.5.15. Elección del motor 2. 104
d.3.5.16. Cálculo del radio del piñón del motor 2..... 104
d.3.5.17. Potencia del motor longitudinal o motor 3($\boldsymbol{Pdm3}$)..... 105
d.3.5.18. Cálculo del radio del piñón motor 3..... 107
d.3.5.19. Elección del motor 3. 107
d.3.5.20. Cálculo de la viga de soporte del carro longitudinal. 107
d.3.5.21. Seleccionar el actuador lineal..... 109
d.3.5.22. Cálculos para la elección del cojinete en el carro longitudinal. 109
d.3.5.23. Cálculos para la elección del cojinete en el carro transversal. 110
D.4. CAPÍTULO IV: AUTOMATIZACIÓN DEL PROCESO DE CLASIFICACIÓN..... 112
d.4.1. Sistema de mando automático 112
d.4.1.1. Programación en PLC 112
d.4.2. Sistema de mando manual 117
d.4.3. Sistema de fuerza..... 119
d.4.4. Simulación del proceso..... 120
E. MATERIALES Y MÉTODOS. 127
E.1. MATERIALES..... 127
e.1.1. Materiales de oficina 127
e.1.2. Material tecnológico..... 127
E.2. MÉTODOS 127
F. RESULTADOS..... 131
G. DISCUSIÓN..... 132
H. CONCLUSIONES..... 135
I. RECOMENDACIONES 136
J. BIBLIOGRAFÍA..... 137
K. ANEXOS. 140

K.1. ANEXO 1. TABLA DIPAC. TUBO REDONDO. 140
K.2. ANEXO 2. TABLA DIPAC. TUBO CUADRADO. 141
K.3. ANEXO 3. TABLA DIPAC. VARILLA REDONDA LISA VRL 12 142
K.4. ANEXO 4. TABLA DE CADENAS. SELECCIÓN 143
K.5. ANEXO 5. TABLA SELECCIÓN ACTUADOR LINEAL. 144
K.6. ANEXO 6. PROGRAMACIÓN DE LOGO 145
K.7. ANEXO 7. DIAGRAMA DE MANDO. (AUTOMÁTICO Y MANUAL) 148
K.8. ANEXO 8. PERFILES TIPO G. TABLA DIPAC 149
K.9. ANEXO 9. TABLAS PARA LA ELECCIÓN DE RODAMIENTOS. 150
K.10. ANEXO 10. TABLA SELECCIÓN MOTORREDUCTOR 1. 151
K.11. ANEXO 11. TABLA DE SELECCIÓN DEL MOTOR 2 152
K.12. ANEXO 12: PLANOS. 153
K.13. ANEXO 13. PROYECTO 154

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Trucha arco-iris 9
Figura 2. Ova 12
Figura 3. Alevino 13
Figura 4: Jaula Flotante 17
Figura 5. (a) Clasificación tipo mar; (b) Clasificación en cajón 18
Figura 6. Clasificadora automática para truchas. 19
Figura 7. Modelos de clasificadoras. 22
Figura 8. Estructura metálica 23
Figura 9. Fuerza normal 26
Figura 10. Fuerza normal en el plano inclinado 26
Figura 11. Fuerza normal con una fuerza externa. 27
Figura 12. Final de carrera. 31
Figura 13. Selector de posición 33
Figura 14. Cable capa simple 37
Figura 15: Cable seale 37
Figura 16: Cable Filler 38

Figura 17: Cable Warrington 38
Figura 18. Cable patrones combinados..... 39
Figura 19. Ejemplo designación de cable 40
Figura 20: Cojinetes..... 40
Figura 21: Rodamientos rígidos de bolas 41
Figura 22: Rodamientos axiales de rodillos a rótula. 42
Figura 23: Rodamientos de bolas a rótula. 43
Figura 24. Clasificación de los rodamientos. 45
Figura 25: Características de las chumaceras. 46
Figura 26: tipos comunes de cuñas. 46
Figura 27. Conjunto de estanques de crianza de alevines de trucha en el Sector San Lucas. (vista superior) 50
Figura 28. Piscinas de truchas 51
Figura 29. Forma de piscina. 52
Figura 30. Ingreso del caudal a los estanques 55
Figura 31. Extracción aleatoria de peces 56
Figura 32. Clasificación de alevines según el tamaño 56
Figura 33. Clasificación de alevines del estanque 57
Figura 34. Porcentajes de distribución de peces 60
Figura 35. Medidas de los alevines. 62
Figura 36. Traslado del Recolector..... 63
Figura 37. Ubicación del recolector 63
Figura 38. Movimiento del recolector 64
Figura 39. Ingreso del recolector al estanque 64
Figura 40. Movimiento de recolección de alevines 65
Figura 41. Cierre del recolector 65
Figura 42. Ascenso del recolector 66
Figura 43. Ubicación del recolector. 66
Figura 44. Retorno del recolector. 67
Figura 45. Ubicación de alevines en la clasificadora. 67
Figura 46. Retorno del recolector. 68
Figura 47. Carro longitudinal 69

Figura 48. Movimiento del carro transversal 70
Figura 49: Recolector. Vista lateral. 71
Figura 50: Triángulo rectángulo 72
Figura 51. Forma del recolector 74
Figura 52. Tensión del recolector 80
Figura 53. Ángulo de incidencia de la tensión 82
Figura 54. Diagrama de fuerzas de la tensión. 83
Figura 55. Dimensiones de la base del recolector. 86
Figura 56. Tramo de tubos para el ascenso del recolector. 87
Figura 57. Diagrama de fuerzas de ascenso del recolector. 89
Figura 58. Diagrama de fuerzas en el punto máximo de estiramiento 90
Figura 59. Reacciones en carro transversal 96
Figura 60: diagrama de momento flexionante. 97
Figura 61. Eje del carro transversal 99
Figura 62. Diagrama de fuerzas. Carro longitudinal 102
Figura 63. Diagrama de fuerzas. Viga estructura. 108
Figura 64. Diagrama de fuerza 120
Figura 65. Inicio del proceso. Recolector en posición inicial. 121
Figura 66. Traslado del recolector hacia el estanque respectivo. 121
Figura 67. Traslado del recolector hacia el lado izquierdo. 122
Figura 68. Apertura del recolector. 122
Figura 69. Descenso del recolector. 123
Figura 70. Recolección de los alevines, traslado del recolector a la derecha y cierre del recolector. 123
Figura 71. Ascenso del recolector. 124
Figura 72. Ubicación del recolector en el centro del carro longitudinal. 124
Figura 73. Retorno del carro longitudinal, recolector sobre la clasificadora. 125
Figura 74. Apertura del recolector, Vaciado de los alevines en la clasificadora. 125
Figura 75. Cierre del recolector y fin del ciclo de recolección. 126

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. Caudal necesario para 10000 truchas, según temperatura del agua 15
Tabla 3. Densidades de siembra adecuadas para el levante de truchas. 15
Tabla 4. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de la trucha arco iris 16
Tabla 6. Coeficientes de rozamiento estático y cinético 27
Tabla 7. Dimensiones de los estanques 52
Tabla 8. Volumen de estanques 53
Tabla 9. Clasificación según tamaño de peces 60
Tabla 10. Peso de alevines 61
Tabla 11. Resumen de clasificación de alevines. Medidas promedio 62
Tabla 12. Reacciones en A y B, variando d2 92
Tabla 13: coeficientes de poisson. 101
Tabla 14. Nomenclatura, entradas de PLC 114
Tabla 15. Nomenclatura, salidas de PLC 115
Tabla 16. Nomenclatura mando manual. 117
Tabla 17. Selección de contactores 119

a. TÍTULO:

Diseño y simulación funcional de un equipo semiautomático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia “San Lucas” del cantón Loja

b. RESUMEN.

El presente proyecto de tesis comprende el **"Diseño y simulación funcional de un equipo semiautomático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia San Lucas del cantón Loja"**. Proceso que actualmente se lo realiza de manera manual, únicamente contando con la habilidad de los operadores.

La importancia de este proyecto investigativo se fundamenta en plantear una innovación en los procesos industriales desde el punto de vista de la automatización, lo cual optimiza los recursos sin dejar de lado los aspectos técnicos requeridos y calidad en los resultados.

En el transcurso del proceso investigativo se determinó conveniente diseñar un sistema electromecánico con la menor complejidad posible, para clasificar alevines de trucha, consolidándose la propuesta de una estructura semiautomática con fines de facilitar y reducir el trabajo de los obreros destinados a este tipo de labores.

Dentro del proceso propuesto se distinguen los siguientes subprocesos:

- ✓ Recolección de peces desde los diversos estanques.
- ✓ Traslado hacia el sitio de clasificación.
- ✓ Vaciado sobre mesa de clasificado.
- ✓ Clasificado de los peces.

El sistema de potencia propuesto para las labores de traslado de los diversos carros (longitudinal y transversal) es ejecutado a través de pequeños moto-reductores eléctricos, por ser lo más recomendado para este tipo de instalaciones.

Se realizó una propuesta de semi-automatización mediante el uso de un Mini PLC Siemens, tratando de lograr un esquema de control flexible, que brinde además las seguridades requeridas en este proceso tan importante.

Como parte final del proyecto se ejecutó una simulación funcional de todo el sistema, mediante el uso del software Inventor.

SUMMARY.

This thesis project includes “The Design and simulation of a team semi-automatic classification trout fly in the parish in San Lucas town of Loja city”. Process that currently is done manually, only relying on the ability of operators.

The importance of this research project is based on pose an innovation in industrial processes from the point of view of automation, which optimizes the resources without neglecting the required technical aspects and quality result.

During the research process was determined desirable to design an electromechanical system with least possible complexity, for classifying young trout, consolidating the proposal of a semi-automatic structured for the purpose of facilitating and reduce the labor of workers for this kind of work.

Within the proposed process distinguish the following sub-processes:

- Collection of fish from different ponds.
- Transport to the site classification.
- Drain on sorting table.
- Classified of the fish.

The power system proposed for the work of traded the various cars (longitudinal and transversal) is executed through small electric gear motors, they are the most are recommended for this type of installations.

A proposal for semi-automation was performed using a Siemens PLC Mini, to achieve flexible control scheme, trying to achieve flexible control scheme, which also provide assurance in this very important process.

As end part of the project was implemented a functional simulation of the entire system, using the software Inventor.

c. INTRODUCCIÓN.

El presente proyecto de tesis se lo realizó en la parroquia “San Lucas” sector norte de la provincia de Loja.

En este sitio se realiza el cultivo de trucha o acuicultura de manera artesanal, ya que es uno de sus principales medios de sustento. Una de las labores más complicadas es la clasificación de los peces, de lo cual esta tesis apunta a solucionar este tipo de requerimientos con el fin de optimizar la producción.

La acuicultura como actividad multidisciplinaria, constituye una empresa productiva que utiliza los conocimientos sobre biología, ingeniería y ecología, para ayudar a resolver el problema nutricional, y según la clase de organismos que se cultivan, se ha dividido en varios tipos, siendo uno de los más desarrollados la piscicultura o cultivo de peces.

La crianza de truchas es un proceso complicado de realizar, por lo que después de un determinado tiempo se procede a clasificarlos según el tamaño de las mismas. Ésta clasificación se la lleva a cabo de forma manual, por lo que requiere de mucho tiempo empleado y 3 trabajadores como mínimo.

Dentro de este contexto, el presente proyecto se enfoca en diseñar un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha, dado que en el sector no existe un sistema que permita clasificarlos de manera eficiente, por los elevados costos que demanda el implementar un sistema de dichas características.

El sistema de clasificación consiste en recoger los alevines desde los estanques de clasificación por medio del recolector cuya forma es de un semi-cilindro, se los transportará a través del mismo hacia la maquina clasificadora, ésta máquina está conformada por paredes de acero inoxidable en cuyo interior se encuentran dos niveles de tubos de acero de ¾ " ubicados horizontalmente con un ángulo de inclinación de 5º y separados por una distancia nominal al tamaño en que se los desea clasificar. Los peces

que no entran en la abertura existente entre tubo y tubo, quedaran en ese nivel mientras los otros caen al nivel más bajo. Debido a la inclinación de los tubos los peces que quedan en dicho nivel se deslizaran hacia un tubo PVC que los transportará hacia el estanque designado.

El proyecto es viable debido a que se cuenta con los recursos humanos, económicos y materiales suficientes, los mismos que permitirán culminar sin dificultad dentro del tiempo que establece la ley de régimen académico.

El presente proyecto de tesis aborda la problemática generando una propuesta de diseño de un mecanismo que solvente las necesidades de los productores por tal razón se plantea los siguientes objetivos:

Objetivo General

Diseñar y simular un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha a través de la aplicación de nuevas tecnologías de cultivo integral de trucha.

Objetivos Específicos

- ✓ Determinar un sistema que contenga un proceso semiautomático de clasificación de alevines de trucha que compense los parámetros físicos de la clasificación.

- ✓ Diseñar un sistema de clasificación semiautomático de alevines acorde a la crianza integral de trucha de los pequeños productores de la localidad.

- ✓ Simular el funcionamiento de los diversos componentes del equipo diseñado.

d. REVISIÓN DE LITERATURA

d.1. CAPÍTULO I: Características y proceso tecnológico de clasificación de alevines de trucha.

d.1.1. Generalidades

El Ecuador es considerando uno de los países con mayor diversidad del mundo cuya diversidad climática e hidrográfica hacen más favorable el crecimiento de una gran variedad de especies. Por este motivo es que ponemos atención en un sector que no ha sido debidamente explotado como la crianza e industrialización de truchas.

La trucha proveniente de la vertiente del Pacifico de América del Norte ha sido introducida en el Ecuador en la década de los años veinte mediante un acuerdo entre el gobierno y una empresa canadiense que seleccionó ríos, riachuelos y lagos de la región interandina para el cultivo de dicha especie (Marcillo, 1998), llegando aclimatarse a las condiciones agroclimáticas del país.

La trucha por su alto valor nutritivo y sanidad representa uno de los productos que se encuentran la base de la pirámide alimenticia y tomando en cuenta la falta de consumo y los malos hábitos de alimentación de la ciudad de Biblián nos hemos orientado a fomentar el consumo de este producto.

Entre uno de sus cantones, Biblián, típica ciudad de la serranía, cuenta con numerosos atractivos entre ellos, el Santuario de la Virgen del Rocío, la Pirámide de Verdeloma, y páramos típicos en la serranía Ecuatoriana; de igual manera es un cantón que se destaca por su gastronomía como son los quesos, los deliciosos manjares, las cascarita, el hornado, y la trucha fresca.

El sector de El Cachi se distingue principalmente por poseer gracias a su clima piscinas en las cuales se produce truchas para luego ser comercializadas de forma artesanal y con una presentación poco adecuada. Encontrando en esto una oportunidad es necesario

plantear alternativas comerciales que contribuyan de alguna manera a mejorar su distribución y producción dando un valor agregado al producto a ser comercializado. Para esto se pretende contar con una instalación ubicada en el sector de Cachi para con estrategias adecuadas lograr una distribución acorde a las necesidades de los posibles consumidores.

Si bien el cultivo de peces bajo condiciones controladas se ha practicado por cientos de años, se puede decir que el referido a los Salmónidos (truchas y salmones), constituye desde el punto de vista industrial, una actividad de reciente data.

Desde el siglo XVIII, fueron obtenidos alevinos de trucha, en condiciones artificiales de reproducción. Primariamente, con el objeto de repoblación de las aguas para incremento de la pesca deportiva y, posteriormente, los daneses se convirtieron en los pioneros de la producción en cultivo (1890), para el caso de la trucha arco-iris (*Oncorhynchus mikyss*), con un amplio acceso a mercado para consumo de mesa. Más recientemente, el consumo de trucha "ración o tamaño plato" se volvió popular en varios continentes; siendo de gran aceptación, especialmente en los países europeos y Estados Unidos y más actualmente, el cultivo de la trucha grande en mar, compite con el salmón en los mercados, ganando espacios.

Fueron los países como Noruega y Gran Bretaña (Escocia) y Chile, los que desarrollaron además del cultivo del Salmón del Atlántico (Salmo salar), el de la trucha de tallas altas, hasta 2 kg.; mientras Canadá y Estados Unidos dedicaron su esfuerzo al desarrollo del cultivo del salmón del Pacífico (*Oncorhynchus spp*).

El cultivo de los salmónidos comenzó a nivel mundial en el penúltimo siglo, pero el mismo evolucionó altamente durante el siglo pasado, debido al intenso avance en las investigaciones en piscicultura y a la fuerte disminución de las pesquerías naturales, como resultado de las represas construidas en varios de los ríos de Estados Unidos, sobre la costa del Pacífico. Estas obras impidieron el paso de los peces durante el período de su reproducción (peces anádromos) cuando ellos retornaban desde el mar

hacia las cabeceras de los ríos donde habían nacido; produciéndose como resultado, la disminución de sus efectivos naturales.

Tanto las truchas como los salmones, se incluyen en la familia denominada **Salmonidae**, y dentro de ella se encuentran las especies más conocidas, que son cultivadas con fines comerciales deportivos o de consumo; constituyendo una industria de amplio espectro en varios países del mundo.

La trucha arco iris (Figura 1), actualmente incorporada al género *Oncorhynchus*, es la de mayor producción a nivel mundial. Esta trucha, antiguamente ubicada por sus relaciones filogenéticas dentro del género *Salmo*, fue insertada posteriormente (en el siglo XX pasado), dentro del grupo de los salmones del Pacifico, debido al hallazgo de fósiles que permitieron un mejor estudio. Su nombre científico corresponde, actualmente, al de *Onchorhynchus mykiss*.

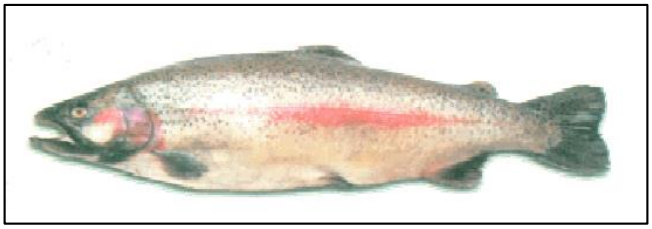


Figura 1. Trucha arco-iris

FUENTE: (Shephard, 1974)

Varias especies de salmones y truchas son naturalmente, migradoras entre el río y el mar. Algunas variedades, sin embargo, se consideran "de encierro", cumpliendo su ciclo de vida completo, en agua dulce, como el tan conocido **"salmón encerrado" (*Salmo salar sebago*).**

El cultivo de truchas en forma industrial, se produjo en el hemisferio sur, a raíz de los trasplantes efectuados con objeto comercial, que han permitido la mundialización de la acuicultura.

Trucha arco-iris es también llamada Trucha Común. Es un pez azul de agua dulce, vive en aguas frías y limpias y en ríos y lagos. Pertenece a la familia Salmonidae, pero se diferencia de ellos en que vive en agua dulce.

Al igual que el salmón, la trucha es un pez anádromo, es decir, desarrolla gran parte de su vida en el mar y regresa a los ríos para la reproducción. Vive en aguas costeras desde los 6 meses a los cinco años y remonta los ríos para desovar y fertilizar los huevos. Allí permanecerá de uno a cinco años. Se alimenta de casi cualquier clase de animal como peces pequeños, crustáceos y larvas de insectos.[1]

d.1.2. Características y hábitat.

d.1.2.1. Características.

Las truchas se encuentran normalmente en aguas frías y limpias de ríos y lagos distribuidos a lo largo de Norteamérica, el norte de Asia y Europa. Varias especies de trucha fueron introducidas en el siglo XIX en la Patagonia. También han sido introducidas en Australia y Nueva Zelanda, además de los Andes venezolanos, Ecuador y Perú, por pescadores aficionados, desplazando a los peces autóctonos.

Esta especie se caracteriza por tener el cuerpo cubierto con finas escamas y de forma fusiforme (forma de huso), la coloración de la trucha varía de acuerdo al ambiente en que vive, edad, estado de maduración sexual y otros factores, como por ejemplo la influencia del ambiente en riachuelos sombreados presentan color plomo oscuro mientras que en un estanque bien expuesto a los rayos del sol ofrece una tonalidad mucho más clara, verde oliva en su parte superior luego una franja rojiza para finalizar con el abdomen blanco; además posee gran número de máculas negras en la piel, a manera de lunares, por lo que en otros lugares se le llama también trucha pecosa. La denominación de trucha arco iris se debe a la presencia de una franja de colores de diferentes tonalidades, con predominio de una franja rojiza sobre la línea lateral en ambos lados del cuerpo.

[1] (Shephard, 1974)

Es una especie de gran valor deportivo, muy potente y combativo; ataca todo tipo de señuelos artificiales muchas veces hasta sin propósitos alimenticios. Puebla casi todos los ambientes propicios del Neuquén (arroyos, ríos, lagunas y lagos).

Es muy utilizada para la cría industrial en todo el mundo por su adaptabilidad al manipuleo, condiciones de alta densidad, alimentación artificial y por soportar temperaturas más altas y aguas menos oxigenadas que otros salmónidos.

En los lagos la trucha arco iris suele presentar una coloración casi sin manchas con franjas longitudinales rojizas casi inexistentes (fuera de la época de reproducción), estos individuos comúnmente son conocidos como "plateadas".

La trucha arco iris puede generar híbridos con la trucha marrón, en general por fertilizaciones inducidas por el hombre. Los peces resultantes, infértiles, son conocidos en inglés con el nombre de "Browhbow" y presentan el cuerpo profusamente manchado con manchas no muy grandes, irregulares, que también se extienden sobre las aletas dorsales y caudal; estas manchas son mayores y menos oscuras que las que se encuentran en la trucha arco iris.

d.1.2.2. Hábitat.

El hábitat natural de la trucha son los ríos, lagos y lagunas de aguas frías, limpias y cristalinas; típicas de los ríos de alta montaña. La “trucha arco iris” prefiere las corrientes moderadas y ocupa generalmente los tramos medios de fondos pedregosos y de moderada vegetación. Son peces de agua frías, aunque el grado de tolerancia a la temperatura es amplio, pudiendo subsistir a temperaturas de 25°C durante varios días y a límites inferiores cercanos a la congelación.

La mayoría de las truchas sólo se encuentran en agua dulce, pero unas pocas, como la cabeza de acero (o steelhead, en inglés) (Oncorhynchus mykiss) que es la misma especie que la trucha arcoíris; pasan su vida adulta en el océano y vuelven, para desovar, al río donde nacieron. Este fenómeno recibe el nombre de reproducción

anádroma y se observa también en el salmón, así como en la trucha común europea (Salmo trutta), algunas de cuyas poblaciones pasan parte de su vida en el mar, volviendo al río a desovar. A estas últimas se les denomina Salmo trutta morfo trutta (reo es su nombre común en España), mientras que a las poblaciones que pasan íntegramente su vida en el río se las conoce como Salmo trutta morfo fario (o trucha común).[2]

d.1.3. Etapas de desarrollo de la trucha.

El desarrollo biológico de la trucha comprende cuatro etapas:

d.1.3.1. Ova.

Son los huevos fecundados que después de un promedio aproximado de 30 días de incubación, eclosionan para convertirse en larva. Figura 2

Figura 2. Ova

FUENTE: (RAGASH, 2009)

[2] (Shephard, 1974)

d.1.3.2. Alevino.

Son peces pequeños que miden de 3 cm. A 10 cm. Con un peso que oscila entre 1.5 gr. A 20 gr. Figura 3

Figura 3. Alevino

FUENTE: (RAGASH, 2009)

d.1.3.3. Juvenil.

Son peces que miden de 10 cm. A 15 cm. Cuyo peso es generalmente de 20 gr. A 100 gr.

d.1.3.4. Comercial.

Es la etapa especial, donde los peces han recibido el proceso de engorde para ser comercializados, estos miden 15 cm. A 22 cm. Con un peso de 100 a 200 gr.

d.1.4. Parámetros de cultivo.

Los parámetros de cultivo se los clasifica en dos grupos establecidos de la siguiente manera:

d.1.4.1. Recurso Hídrico

El cuerpo de agua a utilizar, debe poseer características adecuadas en cuanto a su cantidad (caudal) y calidad (factores físico – químicos y biológicos). Las propiedades físicas, como temperatura, oxígeno, transparencia, turbidez, etc., pueden estar sometidas a variaciones bruscas por la influencia de factores externos, fundamentalmente a cambios atmosféricos y climáticos. Las propiedades químicas, sin embargo son mucho más estables y sus variaciones son mínimas, salvo casos excepcionales en los que una contaminación pueda producir efectos irreversibles. La calidad del agua desde el punto de vista biológico, está condicionada a la ausencia o presencia de organismos vivos en el ecosistema acuático, así como a la mayor o menor presencia de agentes patógenos.

d.1.5. Proceso Tecnológico de Clasificación

d.1.5.1. Caudal necesario para el cultivo de trucha.

La cantidad de agua necesaria depende de la producción esperada, calculándose que en engorde se requieren entre 14 y 16 lt/seg por tonelada; el recambio de agua en los tanques debe ser como mínimo el suficiente para que en cada uno se renueve el agua completamente cada hora. Adecuados sistemas de manejo, limpieza, alimentación y selección por tallas contribuirán a obtener mejores resultados. En la Tabla 1, se muestra el caudal adecuado para un cultivo de truchas de acuerdo con la temperatura y el tamaño de los peces.[3]

[3] (Incoder, Colombia, 2005)

Tabla 1. Caudal necesario para 10000 truchas, según temperatura del agua

Longitud de las truchas	Caudal mínimo necesario en litros/minuto para 10.000 truchas, según temperatura de agua.			
Cm	10°C	12°C	15°C	17°C
6	35	40	45	55
10	140	165	195	235
14	335	415	485	575
18	680	800	930	1140
22	1280	1450	1680	2000
26	1900	2075	2300	2625

FUENTE: (Incoder, Colombia, 2005)

d.1.5.2. Número de alevines en los estanques.

El número de animales a tener en los tanques depende de su tamaño; en la Tabla 2, se muestra la densidad en la que se pueden engordar las truchas.

Tabla 2. Densidades de siembra adecuadas para el levante de truchas.

TAMAÑO DE LAS TRUCHAS		DENSIDAD DE SIEMBRA	
Longitud (cm)	Peso (gr)	Ejemplares/m^3	Kilos/m^3
3	0.4	10000	4.0
4	0.9	4400	4.0
5	1.5	3000	4.5
6	2.9	2600	7.5
8	5.1	2000	10.2
10	12	1500	18.0
14	33	900	29.9

FUENTE. (Incoder, Colombia, 2005)

d.1.5.3. Temperatura ideal del agua.

La temperatura en la que se realice el cultivo influye directamente en el crecimiento de las truchas, presentándose diferencias muy notorias ante pequeños cambios de este parámetro (ver Tabla 3). En algunos países sudamericanos la temperatura óptima para el cultivo de esta especie es 15 °C.[4]

Tabla 3. Influencia de la temperatura del agua en el crecimiento de la trucha arco iris

Tem. Del agua	**Peso inicial**	**Peso de las truchas (gr) en relación con el tiempo en días:**						
(°C)	(gr)	30	60	90	120	150	180	210
11	4.6	8.3	19.5	34.2	62.0	92.2	139.8	199.4
13	4.6	11.5	25.4	47.6	87.0	130.4	192.0	294.1
15	4.6	14.0	33.0	58.0	100.0	159.0	237.0	338.0

FUENTE. (Incoder, Colombia, 2005)

d.1.5.4. Infraestructura piscícola

Es el lugar en donde se crían las truchas en confinamiento, recibe el nombre de vivero, jaula, recinto y bolsa; la trucha arco iris es una especie que se adapta bien al cultivo intensivo o la crianza en cautiverio, siempre que se le brinde agua en condiciones adecuadas, en consecuencia se ha logrado conformar un sistema de crianza abierta en un jaulas flotantes.[5]

d.1.5.4.1. Jaulas flotantes.

Son recintos encerrados por redes que flotan en un medio acuático, con un flujo permanente de agua, donde se mantiene o cultivan las truchas en forma controlada, aquí el agua es renovada continuamente a través de las mallas de las jaulas, aportando el oxígeno permanentemente, las jaulas deben trabajar independientemente o en conjunto llamado batería con la finalidad de optimizar los recursos hídricos.

La tecnología en jaulas flotantes tiene las siguientes características:

[4] (Incoder, Colombia, 2005)
[5] (Incagro, 2008)

- Compatible y complementaria, no es competitiva con otros sistemas de producción, se adapta a la acuicultura convencional.
- Es aplicable a casi toda las especies acuícolas, especialmente en aguas abiertas, donde el rendimiento de los peces es muy bajo y otros desarrollos pesqueros no son prácticos.
- Son aplicables en aguas dulces con bastante desarrollo, lo cual es limitante en ambientes costeros y marinos.
- El uso de la tecnología puede ser simple, conociendo todas las características de manejo y los factores que intervienen en la truchicultura.

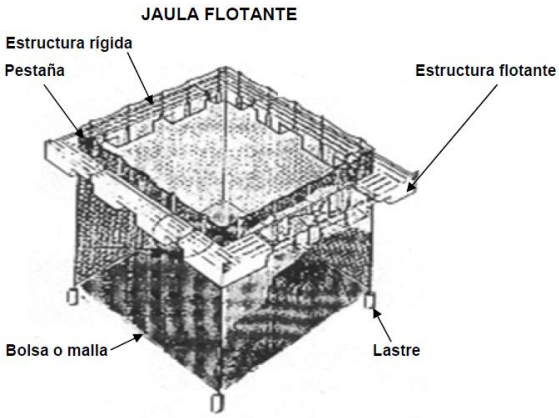


Figura 4: Jaula Flotante

FUENTE: (Incagro, 2008)

d.1.5.5. Clasificación de truchas.

Durante el ciclo de producción, los peces deberán ser periódicamente clasificados por tallas, manteniendo la mayor uniformidad posible; ya que ello influye sobre una mejor producción y mayor rentabilidad. Las truchas se clasifican generalmente cuatro veces durante el período de cultivo, desde juveniles hasta que se alcanza el promedio de talla de comercialización de "ración plato o pan size" (30 a 40 o más cm de LT). La frecuencia de estas clasificaciones variará según las circunstancias individuales, pero deberá ser rutinaria.

Este proceso tecnológico de clasificación de alevines consta de varios subprocesos. Cada uno requiere de diferentes mecanismos, los cuales van a ser descritos y analizadas a continuación.

Los clasificadores más simples y antiguos, se fabrican en marcos de madera, del ancho de los raceways y altos como el nivel del agua en los sistemas. Se utilizan piezas de PVC, o tubos de aluminio (de cantos suaves) que se colocan espaciadamente a intervalos regulares, atravesando el marco. Estos clasificadores, dentro de la unidad tratada, agrupan a los peces, que se enfrentan a ellos. Aquellos, que por su tamaño y volumen no pasan a través de las barras, quedan en el fondo del cerramiento monitoreado y son trasladados a otros sistemas de cultivo. Los más pequeños pasan a través de las barras, aunque un 10% de ellos queda entre los dos tamaños. Este método es efectivo para peces grandes, de 30 a 40 cm de largo. La clasificación de peces menores no se realiza o se efectúa con clasificadores "tipo cajones" (con barras en el fondo), dentro de los mismos raceways, estanques o tanques (Figura 5(a)). No es producente efectuar clasificaciones sobre peces muy pequeños, ya que produce estrés. En cultivo en jaulas, los clasificadores se adaptan a esas estructuras (Figura 5(b))

(a) (b)

Figura 5. (a) Clasificación tipo mar; (b) Clasificación en cajón

FUENTE: (Shephard, 1974)

El muestreo se realiza, en general, entre tres jaulas y se separan los tamaños (pequeños, medianos y chicos), recomponiendo las poblaciones.

Para realizar un inventario de los peces de cada unidad, debe contárselos. Para ello, se almacenan en los 2/3 finales de la unidad (en caso de raceways o estanques) y se los mueve siempre hacia la cabecera del cerramiento. Los peces más pequeños y débiles no son representativos de la población general y se descartan. Con la población confinada en la cabecera de la unidad, se procede al muestreo con red de copo y se los coloca en un balde plástico, procediendo a su pesada (restando el peso del agua del contenedor).

El peso y el número de ellos serán anotados, a medida que se los devuelve al sistema. Los registros de cada una de las poblaciones en cada cerramiento, deberá ser anotado en fichas o cuadernos posibles de mantener a través del tiempo, de tal forma que el productor pueda contar con todos los datos de las producciones efectuadas, mes a mes y año a año. Si la clasificación es normal, con 3 o 4 muestras, tomadas al azar, en distintas áreas de cada uno de los sistemas, será suficiente. En caso de mayores producciones en estanques, se pueden utilizar clasificadoras automáticas, que pueden a su vez seleccionar tres tamaños. En la Figura 6, se muestra una clasificadora que separa en tres tamaños (a) peso de faena, (b) peso de engorde y (c) peso de descarte para continuidad del engorde; utilizadas en España e Italia, actualmente.

Figura 6. Clasificadora automática para truchas.

FUENTE: (Shephard, 1974)

El peso total de la población de cada cerramiento (expresado en número/peso), se calcula dividiendo el número de peces de cada muestra, por el total del peso de la misma. El promedio resultante en cada unidad, es utilizado para calcular el peso total de peces existentes (biomasa viva) y posteriormente para efectuar los cálculos de

modificación de alimento en forma quincenal, como mínimo. Los peces muertos deben ser retirados y contabilizados diariamente. Ellos no deben permanecer en los sistemas ya que pueden ser potenciales focos de enfermedades, señalando además una notoria falta de higiene en el establecimiento. Por otro lado, el análisis de la mortalidad en cada unidad en forma diaria, apoyará el diagnóstico de cualquier enfermedad que pueda presentarse, antes de que la misma se vuelva severa. Las mortalidades contabilizadas, deberán restarse (en forma semanal o mensual) de las poblaciones estimadas; manteniendo así, un inventario seguro de la producción.

Los sistemas de estanques excavados en tierra, ofrecen mayores problemas de manejo que los otros sistemas. A menudo, los peces se siembran en ellos a una densidad de 8 peces/Kg, y no se los clasifica hasta que alcanzan su peso comercial. La capacidad de carga de un estanque en tierra, se estimará en forma similar al sistema de raceways, si la tasa de recambio del agua es de aproximadamente de 30 minutos o menos. Si el recambio es mayor, la capacidad será función del cociente entre la superficie y el volumen de agua, el flujo de entrada de la misma y la demanda de oxígeno, que será a su vez afectada por el sedimento acumulado en los fondos. La capacidad de carga en estos estanques, se determina mejor, midiendo el contenido de oxígeno disuelto en cada unidad y en la salida de agua; así como manteniendo buenos registros sobre las producciones existentes.

El principal factor, que determina la rentabilidad de una producción de trucha, está dado por el precio final al que será obtenido cada kilo de pescado vivo; en función de la cantidad y calidad del alimento utilizado, así como el mercado visualizado para su colocación. Esta rentabilidad puede aumentarse en función de un manejo más adecuado de la producción (que se aprende con la práctica diaria) y del análisis de los parámetros correspondientes, sumado a un lógico aumento del volumen de producción.[6]

[6] (Shephard, 1974)

d.1.5.6. Máquinas Clasificadoras de peces.

Permiten la clasificación de ejemplares desde 1g hasta 3kg de peso, favoreciendo la reducción del canibalismo, la homogeneidad de lotes y el sistema especial de rodillos continuamente irrigados por agua, que aseguran el paso suave de los peces por la máquina. Incluyen un sistema especial de salida y aporte de agua que permite mantener los peces en posición correcta durante el transporte en vivo. El sistema de salida permite al operario mantener agua en el fondo de la estructura continuamente, minimizando el estrés de manejo.[7]

d.1.5.6.1. Características

Existen tres tipos de clasificadoras; Figura 7:

Modelo A.-

3 canales de selección.
Tamaño de clasificación: de 1g a 100g.
Accionado por 2 motores eléctricos de 0,5 kw, 1 velocidad. 220/380 v

[7] (ACUINUGA, 2008)

Modelo B.-

3 canales de selección.

Tamaño de clasificación: de 2g a 1 kg.

Accionada por 2 motores eléctricos de 1 kw. 2 velocidades. 220/380 v

Modelo C.-

4 canales de selección.

Tamaño de clasificación: de 5g a 3 kg.

Accionado por 2 motores eléctricos de 1 kw, 2 velocidades. 220/380 v.

Figura 7. Modelos de clasificadoras.

FUENTE: (ACUINUGA, 2008)

d.2. CAPÍTULO II. Referencias de diseño

d.2.1. Estructuras metálicas.

Las estructuras metálicas poseen una gran capacidad resistente por el empleo de acero, se la utilizara para que se desplacen los carros longitudinal y transversal, por ella se realizan los movimientos que servirán para la recolección de los alevines. Ver Figura 8.

Figura 8. Estructura metálica

FUENTE: (CONSTRUMATICA)

Para diseñar la estructura metálica se debe tomar en cuenta todas las fuerzas que intervienen y así de esta manera poder contar con una estructura confiable.

d.2.1.1. Deformación de vigas.

Consideramos la viga como doblemente empotrada, para el cálculo de la deformación (Pytel, y otros, 1994) recomienda la siguiente expresión:

$$EIy = \frac{P*L^3}{192} \qquad \textbf{Ec. 1}$$

"La flecha máxima admisible no debe exceder de l/300 de la longitud de la viga. Así una viga bien proyectada no solo debe de ser capaz de soportar las cargas a que estará sometida, sino que no deberá sufrir flechas indeseablemente grandes"[8]

[8] (Pytel, y otros, 1994)

d.2.1.2. Momento de inercia.

El momento de inercia se relaciona con las tensiones y deformaciones máximas producidas por los esfuerzos de flexión en un elemento estructural, por lo cual este valor determina la resistencia máxima de un elemento estructural bajo flexión junto con las propiedades de dicho material.

$$I = \frac{\pi \emptyset^4}{32} \qquad \textbf{Ec. 2}$$

$$\mathrm{I_{sr}} = \frac{\mathrm{M_{sr}} L^2}{192 E y} \qquad \textbf{Ec. 3}$$

d.2.1.3. Columnas.

Una columna es elemento axial sometido a compresión, lo bastante delgado respecto de su longitud, para que bajo la acción de una carga gradualmente creciente se rompa por flexión lateral o pandeo ante una carga mucho menor que la necesaria para romperlo por aplastamiento. Es obvio que este tipo de falla catastrófica debe evitarse en estructuras y en elementos de máquinas"[9].

Para el diseño de las columnas se utilizará las ecuaciones según (Pytel, y otros, 1994)

d.2.1.4. Factor de diseño y carga admisible.

"Como se espera una falla con una carga límite y no con un esfuerzo el concepto de un factor de diseño se aplica en forma distinta que en la mayor parte de los demás miembros sometidos a cargas". El factor de diseño se lo aplicará directamente a la carga crítica calculada, según (Mott , 2006 pág. 238), se aplicará un factor de diseño de 3 para máquinas y para columnas estacionarias y extremos empotrados un factor de 2.

[9] (Pytel, y otros, 1994 pág. 356)

$$P_a = P_{er}/N$$ **Ec. 4**

P_a= Carga admisible
N= Factor de diseño

d.2.1.5. Fuerza de rozamiento.

La fuerza de rozamiento es una fuerza que aparece cuando hay dos cuerpos en contacto y es una fuerza muy importante cuando se estudia el movimiento de los cuerpos.

"Existe rozamiento incluso cuando no hay movimiento relativo entre los dos cuerpos que están en contacto. Hablamos entonces de Fuerza de rozamiento estática, Una vez que el cuerpo empieza a moverse, hablamos de fuerza de rozamiento dinámica. Esta fuerza de rozamiento dinámica es menor que la fuerza de rozamiento estática"[10], en la ecuación siguiente se la define según Paul E. Tippens (Física).

$$F_r = N_r . \mu_r$$ **Ec. 5**

Donde
$F_r =$ Fuerza de rozamiento
μ_r = Coeficiente de fricción
$N_r =$ Fuerza normal

d.2.1.6. La fuerza normal

La fuerza normal, reacción del plano o fuerza que ejerce el plano sobre el bloque depende del peso del bloque, la inclinación del plano y de otras fuerzas que se ejerzan sobre el bloque. Como se muestra en la Figura 9.

[10] (Tippens)

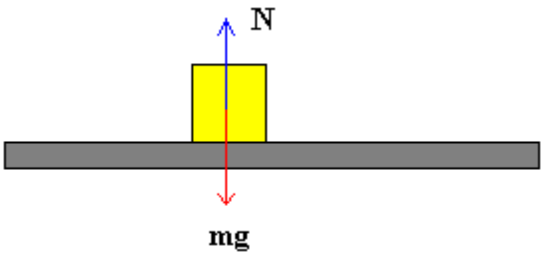


Figura 9. Fuerza normal

FUENTE: (Tippens)

Supongamos que un bloque de masa *m* está en reposo sobre una superficie horizontal, las únicas fuerzas que actúan sobre él son el peso *mg* y la fuerza y la fuerza normal *N*. De las condiciones de equilibrio se obtiene que la fuerza normal *N* es igual al peso *mg*.

$$N = m * g \qquad \textbf{Ec. 6}$$

Si ahora, el plano está inclinado un ángulo θ, el bloque está en equilibrio en sentido perpendicular al plano inclinado por lo que la fuerza normal N es igual a la componente del peso perpendicular al plano, $N = mg \cdot cos\theta$ se muestra en la Figura 10.

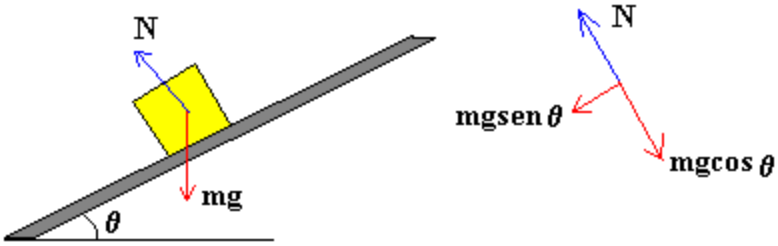


Figura 10. Fuerza normal en el plano inclinado

FUENTE: (Tippens)

Consideremos de nuevo el bloque sobre la superficie horizontal. Si además atamos una cuerda al bloque que forme un ángulo θ con la horizontal, la fuerza normal deja de ser igual al peso. La condición de equilibrio en la dirección perpendicular al plano establece $N + F \cdot sen\theta = mg$, se muestra en la Figura 11. [11]

[11] (Serway, 1992)

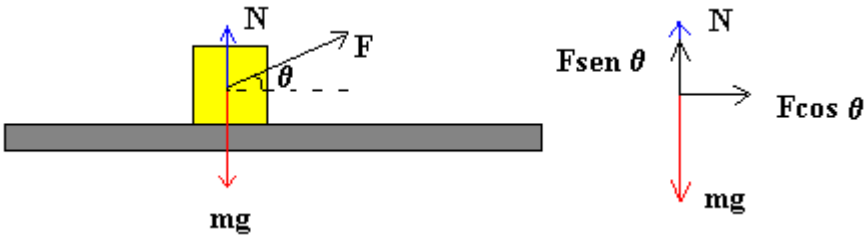


Figura 11. Fuerza normal con una fuerza externa.

FUENTE: (Tippens)

d.2.1.6.1. Coeficientes de rozamiento estático y cinético.

Los coeficientes estático y cinético dependen de las condiciones de preparación y de la naturaleza de las dos superficies y son casi independientes del área de la superficie de contacto.

Tabla 4. Coeficientes de rozamiento estático y cinético

Superficies de contacto	μ_r	μ_k
Cobre sobre acero	0.53	0.36
Acero sobre acero	0.74	0.57
Aluminio sobre acero	0.61	0.47
Caucho sobre concreto	1	0.8
Madera sobre madera	0.25-0.5	0.2
Madera encerada sobre nieve húmeda	0.14	0.1
Teflón sobre teflón	0.04	0.04
Articulaciones sinoviales en humanos	0.01	0.003

FUENTE: (Serway, 1992)

d.2.2. Instrumento de medida y control

d.2.2.1. Balanza

La balanza es un instrumento que mide la masa de una sustancia o cuerpo, utilizando como medio de comparación, la fuerza de la gravedad que actúa sobre dicha masa. La

balanza tiene también otros nombres, entre los que destacan *báscula y peso.* Se debe tener en cuenta que el peso es la fuerza que el campo gravitacional terrestre ejerce sobre la masa de un cuerpo, siendo tal fuerza el producto de la masa por la aceleración de la gravedad [$F = m * g$], que depende de factores como la latitud geográfica, la altura sobre el nivel del mar y la densidad de la tierra en el lugar donde se efectúa la medición. Dicha fuerza se mide en Newton.

La balanza se utiliza para medir tanto la masa de una sustancia como el peso de la misma, ya que entre masa y peso existe una relación bien definida.

d.2.2.2. Tipos de Balanzas

Las balanzas se diferencian entre sí por el diseño, los principios utilizados en su funcionamiento y la sensibilidad que poseen. En la actualidad podríamos considerar que existen dos grupos: las balanzas mecánicas y las balanzas electrónicas.

d.2.2.2.1. Balanzas Mecánicas

Algunas de las más comunes son las siguientes:

- Balanza de resorte
- Balanza de Peso Deslizante
- Balanza Analítica
- Balanza de Plato Superior
- Balanza de Sustitución

d.2.2.2.2. Balanzas Electrónicas

El desarrollo tecnológico de la electrónica ha permitido simplificar enormemente el manejo de las balanzas, reducir los intervalos de pesada y prescindir de salas de pesaje específicas, como antiguamente había para las analíticas mecánicas. [12]

Las balanzas electrónicas involucran tres elementos básicos:

- Un mecanismo de transferencia
- Un transductor de medida,
- Un circuito electrónico analógico-digital

d.2.2.3. PLC (Controlador Lógico Programable)

El PLC es un dispositivo de estado sólido, diseñado para controlar procesos secuenciales (una etapa después de la otra) que se ejecutan en un ambiente industrial. Es decir, que van asociados a la maquinaria que desarrolla procesos de producción y controlan su trabajo.

Como puedes deducir de la definición, el PLC es un sistema, porque contiene todo lo necesario para operar, y es industrial, por tener todos los registros necesarios para operar en los ambientes hostiles que se encuentran en la industria.

d.2.2.3.1. Clasificación de los PLC

Si deseamos establecer una clasificación de PLC, podemos considerar distintos aspectos:[13]

- **Por su construcción**

  Integral: En un solo bloque están todos los elementos.

[12] (Basculas y Balanzas, 2012)
[13] (Ingenieria industrial acreditada, 2011)

Modular:

Estructura americana.- Separa las entradas y salidas (E/S) del resto del controlador.

Estructura europea.- Cada módulo es una función (fuente de alimentación, CPU, E/S, etc.).

- **Por su capacidad**

Nivel 1: Control de variables discretas y pocas analógicas, operaciones aritméticas y capacidad de comunicación elementales

Nivel 2: Control de variables discretas y analógicas. Matemáticas de punto flotante. E/S inteligentes. Conexión de red. Gran capacidad de manejo de datos analógicos y discretos.

- **Por cantidad de E/S**

Micro PLC (hasta 64 E/S)

PLC pequeño (65 a 255 E/S)

PLC mediano (256 a 1023 E/S)

PLC grande (más de 1024 E/S)

d.2.2.4. Relé Térmico

Los relés térmicos son los aparatos más utilizados para proteger los motores contra las sobrecargas débiles y prolongadas. Se pueden utilizar en corriente alterna o continua. Este dispositivo de protección garantiza:

- Optimizar la durabilidad de los motores, impidiendo que funcionen en condiciones de calentamiento anómalas.
- La continuidad de explotación de las máquinas o las instalaciones evitando paradas imprevistas.

- Volver a arrancar después de un disparo con la mayor rapidez y las mejores condiciones de seguridad posibles para los equipos y las personas.[14]

d.2.2.5. Final de Carrera

Dentro de los componentes electrónicos, se encuentra el final de carrera o sensor de contacto (también conocido como "interruptor de límite") o limitswitch, son dispositivos eléctricos, neumáticos o mecánicos situados al final del recorrido de un elemento móvil, como por ejemplo una cinta transportadora, con el objetivo de enviar señales que puedan modificar el estado de un circuito. Internamente pueden contener interruptores normalmente abiertos (NA o NO en inglés), cerrados (NC) o conmutadores dependiendo de la operación que cumplan al ser accionados, de ahí la gran variedad de finales de carrera que existen en mercado. Ver Figura 12

Figura 12. Final de carrera.

FUENTE: (Intertronic C.A.)

Generalmente estos sensores están compuestos por dos partes: un cuerpo donde se encuentran los contactos y una cabeza que detecta el movimiento. Su uso es muy diverso, empleándose, en general, en todas las máquinas que tengan un movimiento rectilíneo de ida y vuelta o sigan una trayectoria fija, es decir, aquellas que realicen una carrera o recorrido fijo, como por ejemplo ascensores, montacargas, robots, compuertas, etc.

Los finales de carrera están fabricados en diferentes materiales tales como metal, plástico o fibra de vidrio.[15]

[14] (WIKIMEDIA, 2013)
[15] (WIKIMEDIA, 2013)

d.2.2.6. Actuador lineal.

Un actuador es un dispositivo capaz de transformar energía hidráulica, neumática o eléctrica en la activación de un proceso con la finalidad de generar un efecto sobre un proceso automatizado. Este recibe la orden de un regulador o controlador y en función a ella genera la orden para activar un elemento final de control como, por ejemplo, una válvula.

Existen varios tipos de actuadores como son:

- Electrónicos
- Hidráulicos
- Neumáticos
- Eléctricos

Los actuadores hidráulicos, neumáticos y eléctricos son usados para manejar aparatos mecatrónicos. Por lo general, los actuadores hidráulicos se emplean cuando lo que se necesita es potencia, y los neumáticos son simples posicionamientos. Sin embargo, los hidráulicos requieren mucho equipo para suministro de energía, así como de mantenimiento periódico. Por otro lado, las aplicaciones de los modelos neumáticos también son limitadas desde el punto de vista de precisión y mantenimiento.[16]

d.2.2.7. Selector

Se entiende por selector un dispositivo cualquiera que reúna las posibilidades de elegir y efectuar un cierto número de accionamientos preestablecidos.

El interruptor selector su función es abrir y cerrar un contacto ya sea normalmente abierto o normalmente cerrado según su aplicación eléctrica en un circuito, por lo regular para ponerse en una operación en automático o en manual consta de sus

[16] (WIKIMEDIA., 2013)

contactos eléctricos normal abierto o normal cerrado según su aplicación. Como se muestra en la Figura 13.

Figura 13. Selector de posición

FUENTE: (Blogelectica, 2008)

Se utilizan para activar arrancadores magnéticos y estos controlar motores eléctricos de gran capacidad o potencia además de que también puede activar relays, contactores etc. Su aplicación eléctrica en el uso industrial es fundamental en equipos donde se requiera una operación en manual y automático.[17]

d.2.2.8. Bomba hidráulica

Una bomba es una máquina hidráulica generadora que transforma la energía (generalmente energía mecánica) con la que es accionada en energía hidráulica del fluido incompresible que mueve. El fluido incompresible puede ser líquido o una mezcla de líquidos y sólidos como puede ser el hormigón antes de fraguar o la pasta de papel. Al incrementar la energía del fluido, se aumenta su presión, su velocidad o su altura, todas ellas relacionadas según el principio de Bernoulli. En general, una bomba se utiliza para incrementar la presión de un líquido añadiendo energía al sistema hidráulico, para mover el fluido de una zona de menor presión o altitud a otra de mayor presión o altitud.

[17] (Blogelectica, 2008)

Tipos de bombas de agua:

d.2.2.8.1. Bombas manuales:

Estas bombas son accionadas con fuerza humana, un ejemplo son las bombas hidráulicas de balancín.

d.2.2.8.2. Bombas sumergibles:

Como indica el nombre es una bomba que se sumerge en un líquido. Las bombas sumergibles contienen un impulsor sellado a su carcasa que permite bombear el líquido en el que se encuentran sumergidas hacia el exterior.

Este tipo de bombas son utilizadas principalmente para el bombeo y extracción de aguas residuales, para extraer el agua de pozos, útiles también para piscinas y estanques.

d.2.2.8.3. Bombas centrífugas:

Consiste en un rodete que produce una carga de presión por la rotación del mismo dentro de una cubierta. Las diferentes clases de bombas se definen de acuerdo con el diseño del rodete, el que puede ser para flujo radial o axial.

Se utiliza para suministro de agua, hidrocarburos, disposición de agua de desechos, cargue y descargue de carro tanques, transferencia de productos en oleoductos.

d.2.2.8.4. Bombas de agua accionadas con el agua:

Este tipo de bombas son accionadas gracias al agua, algunos ejemplos son la bomba noria y la de ariete.[18]

d.2.2.9. Motorreductores.

Los motores eléctricos están clasificados en dos grandes grupos: los motores de corriente alterna y los de corriente continua. Estos últimos presentan algunas ventajas frente a los primeros, como ser tamaño compacto, gran potencia de salida y gran

[18] (amarillas, 2012)

versatilidad en la regulación de la velocidad, pues solo basta con variar la tensión de alimentación. A su vez, los motores de CC se subdividen en dos clases: motores de campo inducido y motores de imán permanente. En tamaños pequeños, éstos últimos tienen las siguientes ventajas: menor costo, menor tamaño, mayor eficiencia pues no requieren energía para el campo inducido y menor probabilidad de falla pues su construcción es más sencilla.

Son muchísimas y muy variadas las aplicaciones de los diversos tipos de motores eléctricos, pero no siempre se pueden satisfacer completamente las necesidades, sobre todo cuando se trata de bajas velocidades y grandes cuplas. En estos casos se requieren reductores de velocidad. Existen varios sistemas de reducción, entre los cuales se destaca el sistema planetario. Este sistema dispone de varios engranajes en cada etapa de reducción, además varios dientes en distintas zonas de un mismo engranaje trabajando simultáneamente con lo que se logra minimizar el esfuerzo de cada engranaje.

Esto permite obtener una gran cupla en un tamaño reducido. Además, su construcción sellada es a prueba de polvo y suciedad y por lo tanto no requiere mantenimiento.[19]

d.2.3. Elementos de trasmisión

d.2.3.1. Cadenas

En muchos casos, y por diversas causas, en que no pueden utilizarse las transmisiones por correa, estas se pueden sustituir por las transmisiones por cadenas, constituidas por cadenas de eslabones articulados que se adaptan a ruedas dentadas, que hacen el efecto de poleas, formando un engrane. Es aplicable cuando las distancias entre los centros de los árboles conductor y conducido es demasiado corta para usar correas y demasiado largas para utilizar engranajes.[20]

[19] (IGNIS)
[20] (Larreina S)

Las transmisiones a cadena reúnen las siguientes ventajas:

- No se producen resbalamientos
- Se mantiene constante la relación de velocidades.
- El rendimiento es elevado: 98%.
- La carga repartida sobre varios dientes del piñón prolonga la vida útil de la cadena

d.2.3.2. Cables de acero.

Los alambres son los bloques básicos de un cable. Están colocados alrededor de una "alma" con un patrón especificado, en una o más capas para formar un torón.

Los torones se colocan alrededor de un alma para formar un cable.

Los torones proporcionan toda la resistencia a la tracción en un cable con alma de fibra y más del 90% de la resistencia en un cable típico de 6 torones con un alma de cable independiente.

Las características como resistencia a la fatiga y resistencia a la abrasión se ven directamente afectadas por el diseño de los torones. En la mayoría de los torones con dos o más capas de alambres, las capas interiores sostienen a las exteriores de manera que todos los alambres puedan deslizarse y ajustarse libremente cuando el cable se dobla.

Como regla general, un cable que tiene torones hechos con pocos alambres grandes será más resistente a la abrasión y menos resistente a la fatiga que un cable del mismo tamaño hecho con torones con muchos alambres más pequeños. Las construcciones de torones básicas se ilustran a la derecha.[21]

[21] (WorldGroup)

d.2.3.2.1. Clasificación de los cables

Capa simple

El ejemplo más común de construcción de capa simple es un torón de 7 alambres. Tiene un alma con un solo alambre y seis alambres del mismo diámetro alrededor. Como se muestra en la Figura 14.

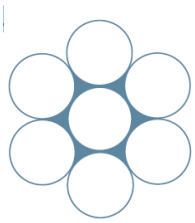


Figura 14. Cable capa simple

FUENTE: (WorldGroup)

Seale

Esta construcción tiene dos capas de alambres alrededor de un alma con la misma cantidad de alambres en cada capa. Todos los alambres de cada capa son del mismo diámetro. El torón está diseñado de manera que los alambres exteriores de mayor diámetro descansan en los valles entre los alambres interiores de menor diámetro. Como se muestra en la Figura 15

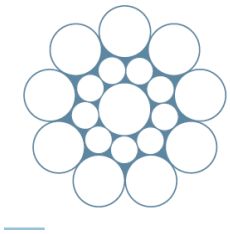


Figura 15: Cable seale

FUENTE: (WorldGroup)

Alambres "filler"

Esta construcción tiene dos capas de alambre de tamaño uniforme alrededor de un alambre central y la capa interior tiene la mitad de alambres que la capa exterior. Se

colocan alambres “filler” más pequeños, iguales en cantidad que los de la capa interior, en los valles de la capa interior. Como se muestra en la Figura 16.

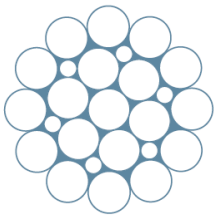


Figura 16: Cable Filler

FUENTE: (WorldGroup)

Warrington

Esta construcción tiene dos capas de alambre alrededor de un alambre central con un diámetro de alambre en la capa interior y dos diámetros de alambre que alternan entre mayor y menor en la capa exterior. Los alambres más grandes de la capa exterior descansan en los valles de la capa interior y los más pequeños en sus coronas. Como se muestra en la Figura 17.

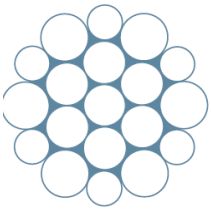


Figura 17: Cable Warrington

FUENTE: (WorldGroup)

Patrones combinados

Cuando un torón se forma en una sola operación utilizando dos o más de las construcciones arriba indicadas, se la denomina “patróncombinado”. Este ejemplo es una construcción Seale en sus dos primeras capas. La tercera capa utiliza la

construcción Warrington y la capa exterior es una construcción Seale. Se la describe como: 49 Seale Warrington. Como se muestra en la Figura 18.

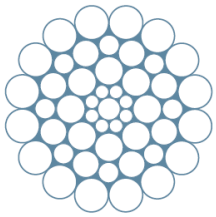


Figura 18. Cable patrones combinados

FUENTE: (WorldGroup)

d.2.3.3. Designación del cable

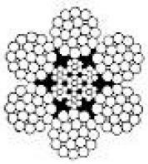
La composición de un cable se expresa en la práctica de forma abreviada, mediante una notación compuesta por tres signos, cuya forma genérica es: A x B + C siendo A el número de cordones; B el número de alambres de cada cordón y C el número de almas textiles. Cuando el alma del cable no es textil o sea formada por alambres, se sustituye la última cifra C, por una notación entre paréntesis que indica la composición de dicha alma. Si los cordones o ramales del cable son otros cables, se sustituye la segunda cifra B por una notación entre paréntesis que indica la composición.

A efectos de designación debe considerarse también las distintas formas de disposición de los alambres en los cordones, el tipo de arrollamiento y si el material que lo constituye es preformado o no.

Ejemplo:

Un cable constituido por 6 cordones de 25 alambres cada cordón, dispuestos alrededor de un alma compuesta por un cordón metálico formado por 7 cordones que contienen 7 hilos cada uno, se representaría por: se muestra en la Figura 19. [22]

[22] (Sabaté Carreras)



6 x 25 + (7 x 7 + 0) Relleno

Figura 19. Ejemplo designación de cable

FUENTE: (WorldGroup)

d.2.4. Rodamientos y Cojinetes

Los rodamientos son piezas de acero aleado con cromo, manganeso y molibdeno, para facilitar la ejecución de rigurosos tratamientos térmicos y obtener piezas de gran resistencia al desgaste y a la fatiga.

Los cojinetes se utilizan en las máquinas con la finalidad de eliminar los efectos dañinos del rozamiento como son: las pérdidas de trabajo útil de la máquina y el desgaste de las superficies rozantes. En su forma más simple, un cojinete es un anillo hecho de material adecuado para disminuir el rozamiento, que se monta fijo en el soporte del muñón y en cuyo interior se apoya éste, de forma que puede girar libremente en él.[23] Como se muestra en la Figura 20

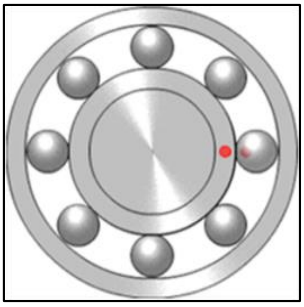


Figura 20: Cojinetes.

FUENTE: (William, 1997)

De acuerdo con el tipo de contacto que exista entre las piezas, el rodamiento puede ser deslizante o lineal y rotativo. El elemento rotativo que puede emplearse en la

[23] (William, 1997)

fabricación del rodamiento, pueden ser: bolas, rodillos o agujas. Los rodamientos de movimiento rotativo, según el sentido del esfuerzo que soporta, los hay axiales, radiales y axiales-radiales.

Un rodamiento radial es el que soporta esfuerzos radiales, que son esfuerzos de dirección normal a la dirección que pasa por el centro de su eje, como por ejemplo una rueda, es axial si soporta esfuerzos en la dirección de su eje, ejemplo en quicio, y axial-radial si los puede soportar en los dos, de forma alternativa o combinada.[24]

d.2.4.1. Tipos de rodamientos

Como en cualquier otra cosa, los rodamientos pueden clasificarse de distintos modos depende de las características que se elija como base de clasificación. Cada clase de rodamientos muestra propiedades características, que dependen de su diseño y que lo hace más o menos apropiado para una aplicación dada. Por ejemplo, los rodamientos rígidos de bolas pueden soportar cargas radiales moderadas así como cargas axiales pequeñas.

d.2.4.1.1. Rodamientos rígidos de bolas

Son usados en una gran variedad de aplicaciones. Son fáciles de diseñar, no separables, capaces de operar en altas e incluso muy altas velocidades y requieren poca atención o mantenimiento en servicio. Estas características, unidas a su ventaja de precio, hacen a estos rodamientos los más populares de todos los rodamientos. Como se muestra en la Figura 21

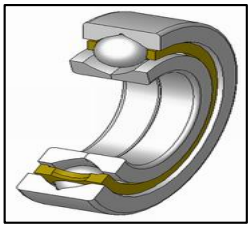


Figura 21: Rodamientos rígidos de bolas

FUENTE: (William, 1997)

[24] (William, 1997)

d.2.4.1.2. Rodamientos de agujas

Son rodamientos con rodillos cilíndricos muy delgados y largos en relación con su menor diámetro. A pesar de su pequeña sección, estos rodamientos tienen una gran capacidad de carga y son eminentemente apropiados para las aplicaciones donde el espacio radial es limitado.

d.2.4.1.3. Rodamientos axiales de rodillos a rótula

El rodamiento axial de rodillos a rótula tiene una hilera de rodillos situados oblicuamente, los cuales, guiados por una pestaña del aro fijo al eje, giran sobre la superficie esférica del aro apoyado en el soporte. En consecuencia, el rodamiento posee una gran capacidad de carga y es de alineación automática.
Debido a la especial ejecución de la superficie de apoyo de los rodillos en la pestaña de guía, los rodillos giran separados de la pestaña por una fina capa de aceite. Ver Figura 22

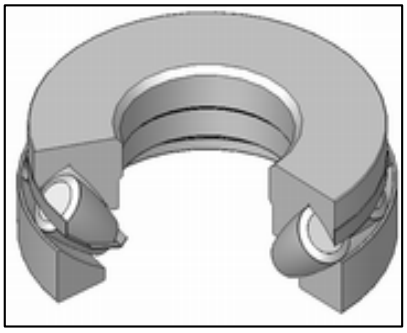


Figura 22: Rodamientos axiales de rodillos a rótula.

FUENTE: (William, 1997)

d.2.4.1.4. Rodamientos de bolas a rótula

Los rodamientos de bolas a rótula tienen dos hileras de bolas que apoyan sobre un camino de rodadura esférico en el aro exterior, permitiendo desalineaciones angulares del eje respecto al soporte**.** Ver Figura 23

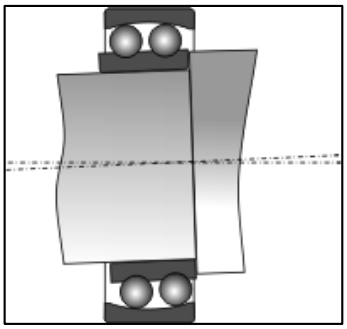


Figura 23: Rodamientos de bolas a rótula.

FUENTE: (William, 1997)

d.2.4.2. Características de los Rodamientos

La mayoría de los rodamientos consisten de anillos con pistas (anillo interior y anillo exterior), elementos rodantes (pueden ser bolas o rodillos) y jaula. La jaula separa los elementos rodantes a distancias iguales, los mantiene en su lugar entre la pista interna y la externa, y les permite rodar libremente.

d.2.4.2.1. Pista (anillo interior y anillo exterior) o arandela

La superficie sobre la cual giran los elementos rodantes se denomina "superficie de la pista". La carga que actúa en el rodamiento es soportada por esta superficie de contacto. Generalmente el anillo interior se ajusta contra el árbol o eje y el anillo exterior se ajusta contra el alojamiento.

Nota 1: La pista de los rodamientos axiales se denomina "arandela"; el anillo interior se denomina "arandela del eje" y el anillo exterior es llamado "arandela del alojamiento"

d.2.4.2.2. Elementos rodantes.

Los elementos rodantes se clasifican en dos tipos: bolas y rodillos.
Los rodillos en varios tipos: cilíndricos, cónicos, aguja y esféricos.
Las bolas geométricamente entran en contacto con las superficies de la pista del anillo interior y exterior en un "solo punto", mientras que los rodillos presentan una "línea de

contacto". Teóricamente los rodamientos se construyen para permitir que los elementos rodantes giren orbitalmente, al mismo tiempo que giran sobre sus propios ejes.

d.2.4.2.3. Jaulas

La función de las jaulas es mantener los elementos rodantes a distancias iguales entre sí, de manera que la carga nunca se aplique directamente sobre la jaula; al mismo tiempo que previene la caída de los elementos rodantes cuando se manipule el rodamiento. Los tipos de jaulas difieren de acuerdo a la forma en que son fabricadas, e incluyen las jaulas prensadas, las maquinadas y las forjadas.

d.2.4.2.4. Clasificación de los Rodamientos

Los rodamientos se dividen en dos categorías principales: rodamientos de bolas y rodamientos de rodillos. Los rodamientos de bolas se clasifican de acuerdo a su configuración en: rodamientos rígidos de bolas y rodamientos a contacto angular. Por otro lado los rodamientos de rodillos, se clasifican de acuerdo a la forma de los elementos rodantes en: rodillos cilíndricos, agujas, rodillos esféricos.

Adicionalmente los rodamientos pueden clasificarse de acuerdo a la dirección en que se aplica la carga: así los rodamientos radiales soportan cargas radiales y los rodamientos axiales soportan cargas axiales.

Otros métodos de clasificación incluyen:

1) Número de hileras de elementos rodantes (una, doble o cuatro hileras), 2) si son no separables o separables, en los cuales el anillo interior o el exterior pueden ser separados.

También existen rodamientos diseñados para aplicaciones especiales, tales como: rodamientos para ejes de vagones ferroviarios, tornillos de bolas, rodamientos de tornamesa, así como rodamientos de movimiento rectilíneo (rodamientos lineales de

bolas, rodamientos lineales de rodillos, rodamientos lineales de rodillos delgados). Los diferentes tipos de rodamientos se muestran en la Figura 24

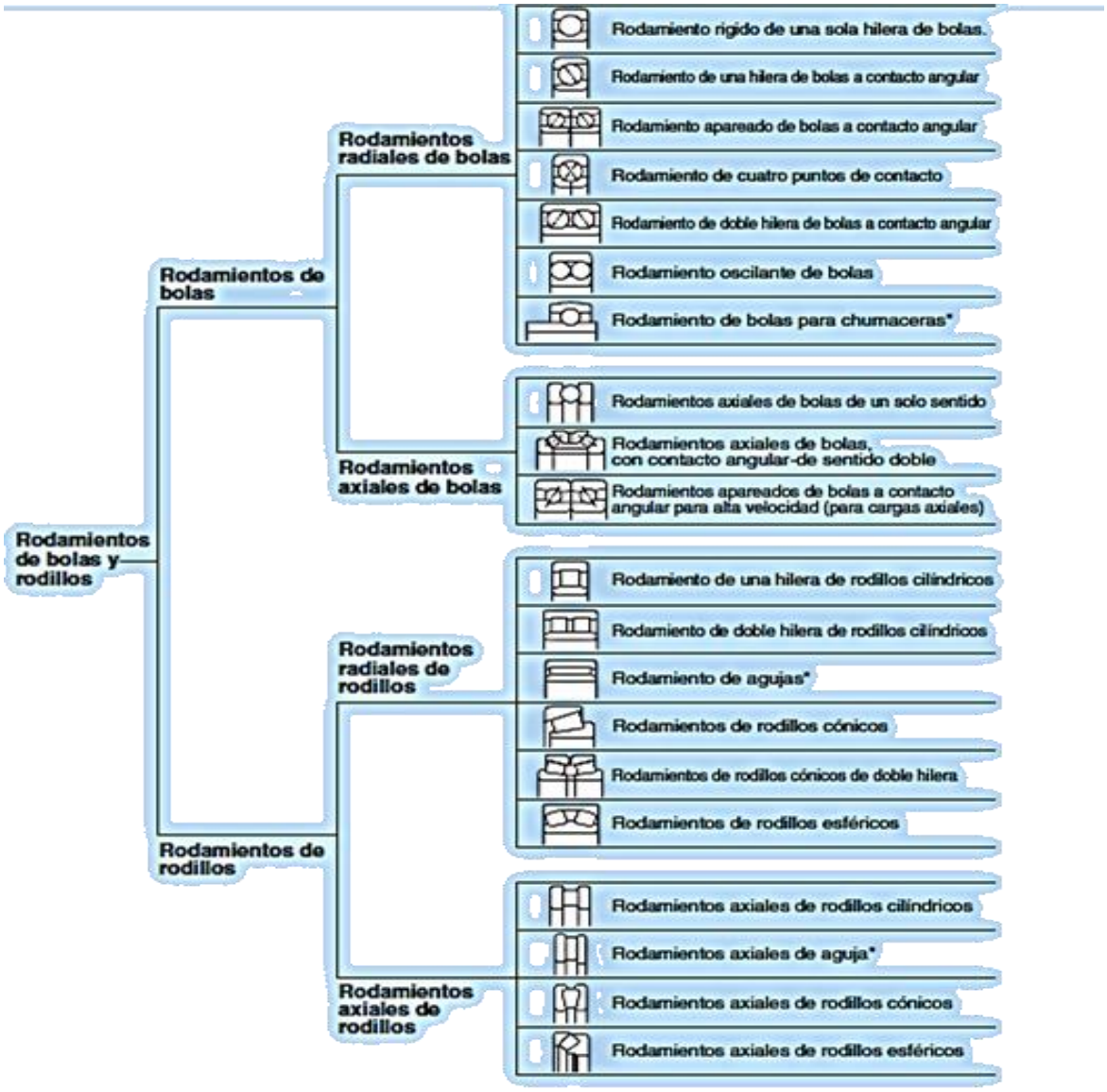


Figura 24. Clasificación de los rodamientos.

FUENTE: (William, 1997)

d.2.5. Chumaceras

Las chumaceras son unidades compuestas de un rodamiento de bolas insertado en varios tipos de alojamientos. El alojamiento puede ser apernado a la estructura de la

maquinaria y el anillo interior, puede ser montado sobre los ejes fácilmente por medio de tornillos de fijación. Ver Figura 25

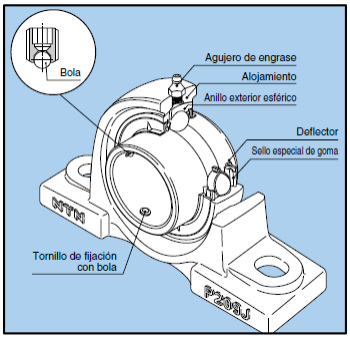


Figura 25: Características de las chumaceras.

FUENTE: (William, 1997)

Para la lubricación, la grasa está contenida y sellada dentro del rodamiento y la intromisión de partículas contaminantes se evita por medio de un doble sello.
Por su forma exterior las chumaceras se diseñan de dos formas, cilíndricas o esférica, este último diseño permite un auto ajuste pequeño a la línea de flexión del rotor.

d.2.6. Chavetas o cuñas

Una cuña es un elemento de máquina que se coloca en la interface del eje y la masa de una pieza que transmite potencia con el fin d transmitir torque. La cuña es desmontable para facilitar el ensamble y desarmado del sistema de eje. Ver Figura 26

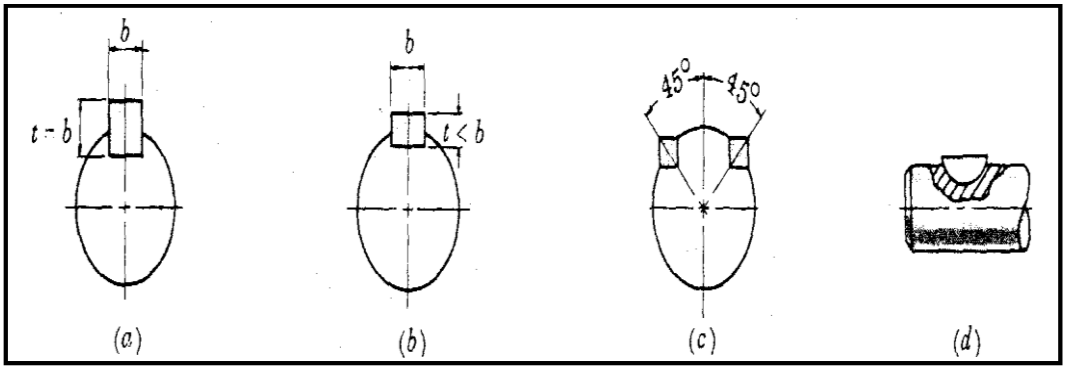


Figura 26: tipos comunes de cuñas.

FUENTE: (El prisma, 2007)

La cuña también puede definirse como una máquina simple de madera o metal terminada en ángulo diedro muy agudo. Sirve para hender o dividir cuerpos sólidos, para ajustar o apretar uno con otro, para calzarlos o para llenar alguna raja o hueco.[25]

d.2.7. Ejes

En ingeniería mecánica se conoce como **eje de transmisión** o **árbol de trasmisión** a todo objeto asimétrico especialmente diseñado para transmitir potencia. Estos elementos de máquinas constituyen una parte fundamental de las transmisiones mecánicas y son ampliamente utilizados en una gran diversidad de máquinas debido a su relativa simplicidad.

Un árbol de transmisión es un eje que transmite un esfuerzo motriz y está sometido a solicitaciones de torsión debido a la transmisión de un par de fuerzas y puede estar sometido a otros tipos de solicitaciones mecánicas al mismo tiempo, aclarando, eje es la pieza que soporta una polea, un engranaje u otra pieza que tenga movimiento circular. Pieza que puede estar fija, o moverse con la pieza exterior mientras que el árbol es un eje pero es el mismo el que transmite el movimiento a la polea o engranaje.[26]

d.2.7.1. Diámetro de los ejes

Hay ejes que tienen el mismo diámetro en toda su extensión, pero este no es el caso más común. El más corriente es el de menor diámetro en los extremos del eje. Estas partes de menor diámetro están destinadas a los apoyos del eje. Normalmente se calculan sólo teniendo en cuenta la potencia a transmitir y la velocidad a que giran, las piezas que transmiten potencia girando, están sometidas a un esfuerzo de torsión producido por el momento de giro.

[25] (El prisma, 2007)
[26] (Mott , 2006)

d.2.7.2. Deformación

d.2.7.2.1. Deformación por esfuerzo de flexión

Los ejes sufren flexiones por las fuerzas F. Con frecuencia, los ejes largos y delgados pueden ser suficientemente fuertes, sin embargo se deforman en el funcionamiento, ocasionando por ejemplo, diferencias en el engrane de mecanismos de ruedas dentadas o recalentamientos por la presión en los bordes de los cojinetes.

d.2.7.2.2. Deformación por esfuerzos de torsión

El momento de torsión determina el giro de las secciones transversales. Los ejes largos, por ejemplo, los empleados en transmisiones, se deforman ya considerablemente con un momento de torsión relativamente pequeño. Esta deformación produce, debido a la elasticidad del eje, movimientos torsionales pendulares perjudiciales en las piezas montadas en el eje. Por eso el ángulo de torsión se limita hasta un valor de 0.25°/m.[27]

[27] (MOTT, 2006)

d.3. CAPÍTULO III: Diseño de la propuesta tecnológica de clasificación.

d.3.1. Descripción del estado actual y razón de la propuesta planteada

El sitio donde se desarrolló el proyecto de tesis se denomina: “El Lirio” que pertenece a la parroquia San Lucas, cantón Loja; en este sitio se realiza el cultivo artesanal de la trucha en donde los cultivadores inicialmente adquieren los especímenes de un reproductor del sector denominado “Santiago” cuando éstas aún se encuentran en su etapa de alevín (Cría de la trucha que incluye la fase comprendida entre la larva y el adulto.) de 1 a 1.5 cm de tamaño, para posteriormente colocarlos en un estanque general de crianza, el mismo que tiene 6 subdivisiones y se los denomina por números, siendo así, tanques 1, 2, 3, 4, 5, y 6.
En los estanques denominados 1 y 2 de crianza, mostrados en la (Figura 27), la temperatura del agua fluctúa entre 15 y 20 ^{o}C. Durante la crianza se hace necesario realizar una clasificación de las mismas separándolas según el tamaño.

La clasificación consiste en un proceso netamente manual, a esta clasificación se la realiza cuando los alevines tienen 3 meses de edad; ya que al cabo de este tiempo se nota una diferencia significativa en el tamaño de los mismos. Esta diferencia de tamaño permite clasificarlos en 3 grupos diferentes (grande, mediano y pequeño)

Los de la clase grande miden desde 6 cm hasta un máximo de 9 cm, los de clase mediana están entre 4 y 6 cm, y los de clase pequeña están entre 2 y 4 cm de largo. Cabe mencionar que esta información fue obtenida mediante entrevista con los productores del sector.

Ya en términos del proceso, la selección se la realiza en las siguientes fases:

- Corte del paso de agua.
- Reducción del nivel de agua del estanque a clasificar.
- Extracción aleatoria de los alevines.
- Selección manual de los peces.
- Ubicación de alevines en su respectivo estanque por tamaños.

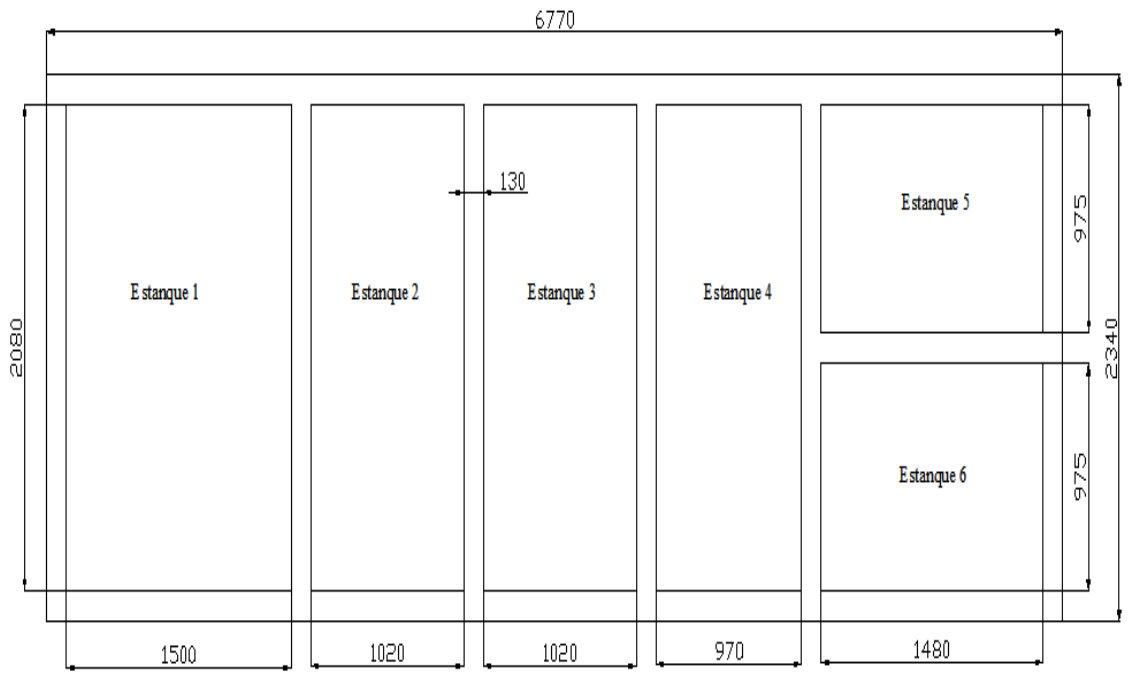


Figura 27. Conjunto de estanques de crianza de alevines de trucha en el Sector San Lucas. (vista superior)

FUENTE: El Autor

A primera vista se puede asegurar que este sistema ofrecerá las siguientes ventajas:

- Aminorar los tiempos de clasificación.
- Disminuir el contacto entre alevines y personas.
- Obtener mayor eficiencia.

Recurriendo a lo mencionado se puede concluir que; la propuesta de un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha es una necesidad inmediata, para alcanzar un mejor nivel productivo, siendo de esta manera muy importante una propuesta de diseño adecuada con vista a su futura implementación.

d.3.1.1. Características del sector

A continuación se detalla de forma específica las características del sector donde se aplica el proyecto el cual tiene una producción aproximadamente de 15000 peces cada 6 meses.

d.3.1.2. Descripción del sitio de aplicación del proyecto.

El lugar donde se va llevar a cabo el proyecto de tesis se denomina El Lirio ubicado en la parroquia San Lucas del cantón Loja, se encuentra aproximadamente a una hora de la ciudad de Loja en dirección a la vía antigua a Cuenca.

Este sitio cuenta con un estanque general de crianza en el cual se centrará el proyecto de investigación; el estanque esta subdividido en 6 sub-estanques; en los estanques 1 y 2 se ubican los alevines recién adquiridos por el propietario, este estanque de crianza es solo para alevines. La temperatura del agua en ese lugar varía entre 15 y 20 ^{o} C, esta temperatura es ideal para el cultivo de trucha, además existen otros factores que faciliten la crianza tales como el clima (frio), la forma fácil de obtener el recurso hídrico (existe una quebrada con gran caudal en los alrededores).

El sitio de trabajo también consta de 5 piscinas grandes (las cuales se detallan en la Figura 28) Las piscinas 1 y 2 sirven para ubicar las truchas adultas, la piscina 3 sirve para ubicar los peces de clase pequeña; la piscina 4 sirve para ubicar los peces de clase mediana; y, la piscina 5 sirve para ubicar los peces de clase grande.

Figura 28. Piscinas de truchas

FUENTE: El Autor.

d.3.1.2.1. Número de estanques y piscinas.

El sitio donde se realizó el proyecto de tesis cuenta con un estanque de crianza y 5 piscinas, dos son para las truchas comerciales y las tres restantes son para las truchas jóvenes.
El estanque es un recipiente de concreto en el cual permanecen hasta los 5 meses de edad para luego de la clasificación ser trasladados a las piscinas.

Las piscinas poseen geo membrana para impermeabilizar el agua

d.3.1.2.2. Forma de las piscinas.

Comúnmente todas las piscinas son rectangulares, esto se ha observado en la mayoría de criaderos del sector. Como se muestra en la Figura 29.

Figura 29. Forma de piscina.

FUENTE: El Autor.

d.3.1.2.3. Dimensiones.

Las dimensiones de los estanques se muestran en la Tabla 5:

Tabla 5. Dimensiones de los estanques

	Estanque 1	**Estanque 2**	**Estanque 3**	**Estanque 4**	**Estanque 5**	**Estanque 6**
Ancho	1,50 m	1,02 m	1,02 m	0,97 m	1,04 m	1,04 m
Largo	2,08 m	2,08 m	2,08 m	2,08 m	1,48 m	1,48 m
Alto	0,77 m	0,67 m	0,67 m	0,62 m	0,66 m	0,66 m

FUENTE: El Autor.

d.3.1.2.4. Volumen de estanque y piscinas.

Para el cálculo de los volúmenes de estanque lo hacemos multiplicando las tres dimensiones propias.

$$Volumen = ancho\ x\ alto\ x\ largo$$

El volumen de cada estanque es:

Tabla 6. Volumen de estanques

Estanque	Volumen en (m^3)
Estanque 1	2,4
Estanque 2	1,42
Estanque 3	1,41
Estanque 4	1,25
Estanque 5	1,01
Estanque 6	1,01

FUENTE: El Autor.

Volumen de las piscinas.

Las 5 piscinas tienen las mismas dimensiones por lo tanto tendrán el mismo volumen:

Largo: 7 m
Ancho: 3 m
Alto: 1.20 m

$$Volumen = ancho\ x\ alto\ x\ largo$$

$$V = (3)(7)(1{,}2)$$
$$V = 25{,}2\ m^3$$

d.3.1.3. La cantidad de peces.

En el estanque de crianza se ubican de 15000 a 20000 alevines. Estos alevines son muy pequeños y están aproximadamente entre 1 y 1,5 cm de largo.

d.3.1.4. Características de la instalación.

Los alevines necesitan de agua corrida y oxigenada, es por eso que se ha adaptado un sistema de agua corrida ya que las condiciones e infraestructura del lugar se prestan para adaptar este tipo de sistemas.
En el momento de la clasificación los alevines están ubicados en los estanques 1 y 2, para luego de la clasificación distribuirlos en los estanques restantes, quedando los de clase grande en el estanque 4, los de clase mediana en el 3 y los de clase pequeña en los estanques 5 y 6, esta redistribución de los peces mediante la clasificación es lo que se tratará de lograr mediante el sistema semiautomático, propósito del proyecto investigativo.

d.3.1.5. Capacidad máxima de criaderos

En los criaderos se puede admitir hasta un número máximo de 15000 alevines; debido a la estructura del lugar.

d.3.1.6. Proceso de clasificación.

El proceso consiste en separar los alevines según el tamaño, grande, mediano y pequeño. Los pasos del proceso son 5:

d.3.1.6.1. Paso 1: Corte del paso de agua.

Como primer paso se procede cortar el paso del agua que llega al estanque de crianza por medio de una manguera de 1 pulgada, esto se hace para facilitar la clasificación ya

que con los estanques llenos de agua es una tarea muy difícil atraparlos. En la Figura 30 podemos observar la manguera por donde ingresa el agua al estanque.

Figura 30. Ingreso del caudal a los estanques

FUENTE: El Autor.

d.3.1.6.2. Paso 2: Reducción del Nivel del agua del Estanque a clasificar.

El tanque está dividido en 6 partes (estanques), pero solo se coloca los alevines en los estanques 1 y 2; para poder ponerlos en los restantes en el momento de la clasificación. Luego se reduce el nivel del agua del tanque en el que se va hacer la clasificación y poder realizarla sin mucha dificultad. Esto se hace mediante un tubo de desagüe que existe en la parte inferior de cada estanque, teniendo mucho cuidado para que no se salgan los alevines por el tubo de desagüe.

d.3.1.6.3. Paso 3: Extracción aleatoria de los peces.

Este paso consiste en introducir redes y cernidores en el estanque en el que se va realizar la clasificación, se lo hace en forma manual en los estanques 1 y 2; se extrae los peces sin ningún tipo de preclasificación hacia un recipiente circular para su posterior parte del proceso. En la Figura 31, se puede observar la forma artesanal de cómo se retira la mayor cantidad de peces en un reservorio pequeño para de ahí continuar con la siguiente pasa del proceso o ciclo.

Figura 31. Extracción aleatoria de peces

FUENTE: El Autor.

d.3.1.6.4. Paso 4: Selección manual de los peces.

Una vez q se encuentran en la tina o reservorio común que es de gran tamaño, se procede a la clasificación manualmente, para así ir clasificándolos en los tres tamaños diferentes y poniéndolos en los recipientes a los cuales ya se les asigno un tamaño respectivo. La Figura 32, nos muestra la clasificación de los alevines en función del tamaño, y se lo hace en tres tamaños; grande, mediano y pequeño (antes mencionado).

Figura 32. Clasificación de alevines según el tamaño

FUENTE: El Autor.

d.3.1.6.5. Paso 5: Ubicación de alevines en su respectivo estanque.

Una vez separados según en sus tres tamaños dispuestos para la clasificación se los coloca en el estanque designado. La nos muestra la manera artesanal en la que se hace la clasificación en cada estanque de los alevines.

Figura 33. Clasificación de alevines del estanque

FUENTE: El Autor.

d.3.1.7. Capacidad y tiempo de clasificación.

De acuerdo a la entrevista realizada a los propietarios y a lo evidenciado, el proceso de clasificación mediante los pasos anteriormente mencionados tiene una duración de 3 días para una totalidad de 15000 alevines, esto llevándose a cabo entre tres personas. En función de esto se puede determinar que aproximadamente se clasificará 625 alevines por hora; obteniéndose en una jornada de 8 horas la totalidad de 5000 alevines.

La clasificación de alevines de forma manual es un proceso que conlleva mucho tiempo, de lo anterior se sabe que el costo de mano de obra es alrededor de 225 dólares (salario de las personas que realizan la clasificación), para llevarlo a cabo de forma eficaz. Además requiere del mayor cuidado posible ya que los alevines son muy frágiles en cuanto a su manipulación. Debido a ello resulta necesario implementar un sistema moderno que facilite el proceso, basado en la información documentada anteriormente.

Todos los datos anteriormente mencionados servirán para el dimensionamiento, el diseño y objetivos propuestos de mejora para el sistema semiautomático.

d.3.2. Requerimientos del sistema semiautomático de acuerdo a la propuesta de mejora.

De acuerdo a las entrevistas que se realizó a los propietarios del criadero de trucha se establece conveniente lograr una mayor eficiencia en lo que respecta a clasificación,

ellos hacen ímpetu en contar con un sistema nuevo de clasificación que mejore los tiempos del proceso, aumentando la eficiencia en un 50%, esto quiere decir que si en 15000 alevines se demoraban 3 días, ahora el objetivo primordial sería mejorar estos tiempos a un máximo de día y medio.

La meta principal del proyecto se plantea reducir estos tiempos en 30 o 40%, ya que esto sería muy satisfactorio.

d.3.2.1. Generalidades para el diseño.

Basado en una experiencia propia, en el lugar donde se realiza el proyecto investigativo se lleva a cabo un muestreo y estudio de orden estadístico para poder determinar los tamaños, peso, densidad de peces en cada piscina (número de alevines por metro cúbico) y posterior a esto obtener resultados numéricos que sirvan para el dimensionamiento de los diferentes sistemas que constituyen el equipo.

d.3.2.2. Análisis estadístico de los alevines.

d.3.2.2.1. Parámetros de consideración para el estudio.

El estudio estadístico se enfoca a determinar características físicas de los alevines para el objetivo de clasificación; no interesan otras circunstancias tales como pueden ser el número de machos, de hembras, cuantos pueden tener deformidad o incluso el número de mortalidad. De acuerdo a este criterio se realiza el muestreo.

d.3.2.2.2. Determinación del muestreo.

El muestreo es un procedimiento o técnica para conocer la población con base a una muestra de observaciones tomada de la población de interés con el objeto de tomar conclusiones sobre ella.

El resultado directo del muestreo sirve para determinar el tamaño promedio de los alevines basado en su longitud, su altura y su ancho o espesor; y para ello es necesario estimar una muestra específica, simplemente se utilizarán los siguientes equipos:

- Una red de plástico de dimensiones (50x 50)cm
- 2 cernidores de plástico circulares comunes en el mercado.
- Varios recipientes grandes cilíndricos.
- Una regla de madera o plástica milimetrada.
- Una balanza en gramos.

d.3.2.2.3. Tamaño de muestra

Para medir el tamaño de una población se utiliza la Técnica del Muestreo, con las cuales se hace una estimación de la cantidad de individuos. Se planteó un nivel de confianza del 95%, que de acuerdo a los valores ***z*** éste porcentaje será igual a 1.96 (si utilizáramos el 99% z será igual a 2.576), deseamos que el error sea del 3% y que la probabilidad de éxito sea del 6%; como si sabemos el total de los alevines, entonces se considera la fórmula para población finita.

n : Tamaño de la muestra requerida
P: Probabilidad de éxito.
Q: (1-P)= Probabilidad de fracaso.
N: Número total de la población.
Z^2: Fiabilidad.
E^2: Error.

Población infinita

$$n = \frac{(PQZ^2)}{E^2} \qquad \textbf{Ec. 7}$$

Población finita

$$n = \frac{PQZ^2N}{[E^2(N-1)]+(Z^2PQ)}$$ **Ec. 8**

$$n = \frac{(0.06)(1-0.06)(1.96^2)(15000)}{[(0,03)^2(15000-1)]+[(1,96)^2(0,06)(1-0,06)]}$$

$$n = \frac{3249,9936}{13,4991+0,21666624}$$

$$n = 236,9532$$

$$n = 237 \text{ Unidades}$$

La Tabla 7, muestra los resultados de la clasificación por tamaño de peces.

Tabla 7. Clasificación según tamaño de peces

N° de truchas según el tamaño		
Tamaño	Cantidad de peces	Porcentajes %
De 2 a 4 cm	65 peces	27.44
De 4,1 a 6 cm	90 peces	37.97
De 6,1 cm en adelante	82 peces	34.59
Total	237 peces	100.00

FUENTE: El Autor.

En la Figura 34, se muestra en porcentajes la distribución de los peces.

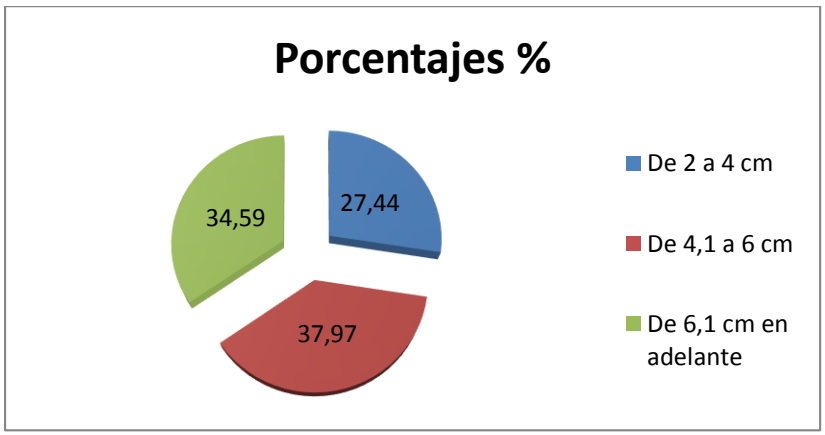


Figura 34. Porcentajes de distribución de peces

FUENTE: El Autor.

d.3.2.2.4. Peso de cada alevín

De los tamaños establecidos se procedió a recoger un número indeterminado de alevines para posteriormente pesarlos y contarlos; y de esta manera estimar el peso individual por población.

El peso unitario lo conseguimos dividiendo el peso total para el número de alevines. La Tabla 8, nos muestra los resultados en las tres clases de alevines.

Tabla 8. Peso de alevines

Clase	Cantidad de alevines	Peso total (gr)	Peso unitario (gr)
Pequeña	35	40	1,143
Mediana	28	40	1,43
Grande	12	40	3,33

FUENTE: El Autor.

d.3.2.2.5. Densidad de población.

La densidad de la población de cada clase según el número de alevines en cada estanque es:

$$Densidad = \frac{Poblacion}{volumen\ estanque} \qquad \textbf{Ec. 9}$$

Estanque 1

$$Densidad = \frac{8000}{2{,}40\ m^3}$$

$$Densidad = 3333{,}33\,\frac{alevines}{m^3}$$

Estanque 2

$$Densidad = \frac{7000}{1{,}42\ m^3}$$

$$Densidad = 4929{,}58\,\frac{alevines}{m^3}$$

d.3.2.2.6. Medidas promedio de alevines

La Figura 35, nos muestra cómo se considera las medidas para la clasificación de los alevines. En la Tabla 9 se muestra en resumen la clasificación de los alevines de la muestra tomada.

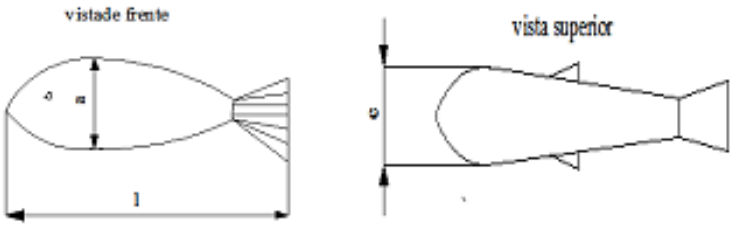


Figura 35. Medidas de los alevines.

FUENTE: El Autor.

Tabla 9. Resumen de clasificación de alevines. Medidas promedio

Clase	(l) Largo (cm)	(a) Alto (cm)	(e) Ancho (cm)	Peso (g)
Pequeña	3,5 cm	0,6	0,4	1,143
Mediana	5	0,9	0,6	1,43
Grande	7	1,3	1	3,33

FUENTE: El Autor.

d.3.3. Diseño de la propuesta tecnológica de clasificación.

Se trata de mejorar el sistema de clasificación de los alevines, de manual a semiautomático, para lograr disminuir el tiempo de clasificación y mejorar las condiciones de trabajo de las personas que realizan este proceso.

d.3.3.1. Características de la propuesta de clasificación.

La Propuesta del nuevo procedimiento está dada por un ciclo de clasificación, entendiendo como ciclo a un recorrido total desde la recolección hasta la clasificación de los alevines. El ciclo lo dividimos en pasos dados de la siguiente manera:

d.3.3.1.1. Paso 1. Traslado del recolector

Traslado del recolector hacia el estanque respectivo. (Carro longitudinal). En la Figura 36 se muestra el movimiento que hace el recolector.

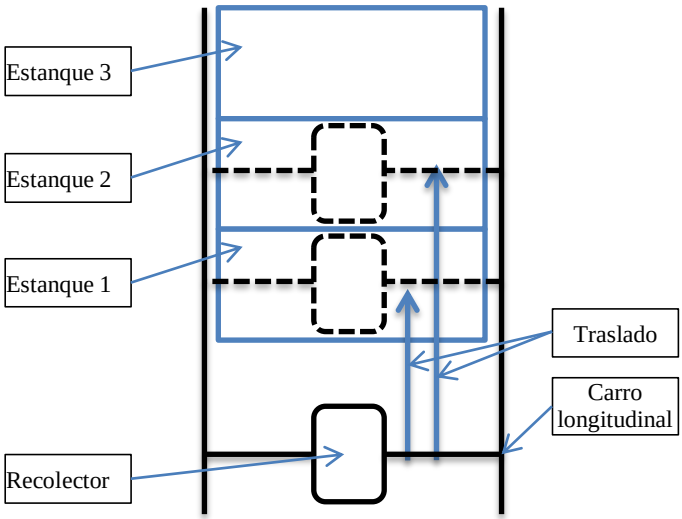


Figura 36. Traslado del Recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.2. Paso 2. Ubicación del recolector.

El recolector se ubicará en el extremo derecho del estanque. En la Figura 37, se muestra el movimiento hacia el lado izquierdo del estanque seleccionado previamente.

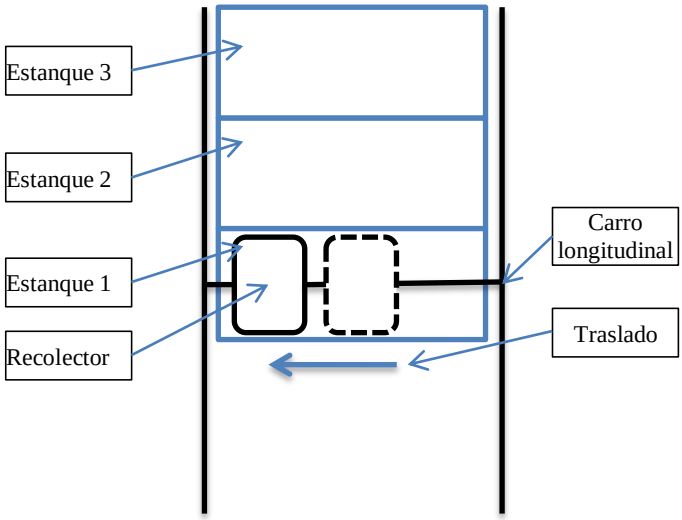


Figura 37. Ubicación del recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.3. Paso 3. Apertura del recolector.

El recolector realiza un movimiento similar al de la cuchara de una retroexcavadora, realizando la apertura del mismo. La Figura 38, muestra el movimiento del recolector.

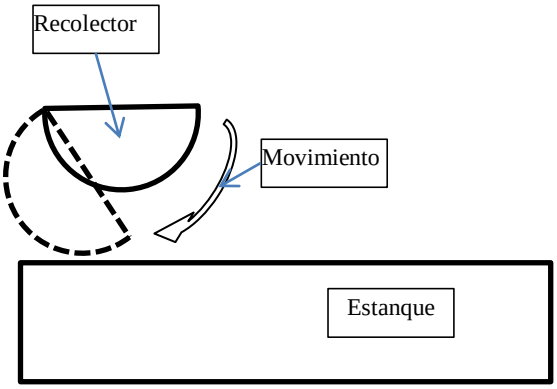


Figura 38. Movimiento del recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.4. Paso 4. Ingreso del recolector.

El recolector desciende hacia el estanque introduciéndose en el mismo. La Figura 39 muestra el movimiento de ingreso al estanque.

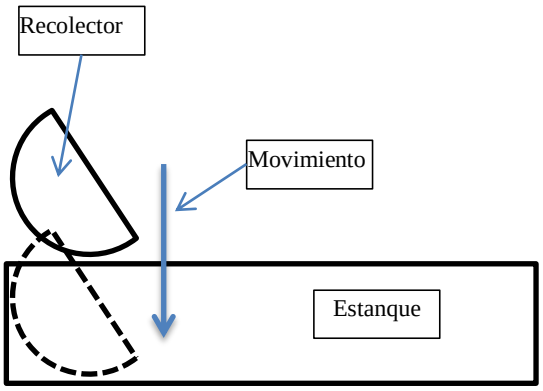


Figura 39. Ingreso del recolector al estanque

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.5. Paso 5. Traslado de recolección.

El recolector realiza el movimiento de un extremo al otro del estanque recogiendo los alevines. La Figura 40, muestra el movimiento del recolector dentro del estanque.

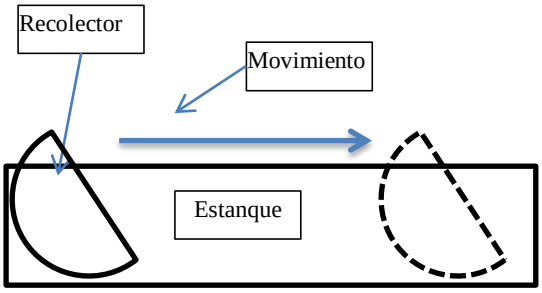


Figura 40. Movimiento de recolección de alevines

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.6. Paso 6. Cierre del recolector

Luego de realizar el recorrido desde un extremo del recolector hasta el otro extremo del estanque el recolector se cierra con el mismo movimiento de la retroexcavadora antes mencionado. La Figura 41, indica el movimiento de cierre del recolector.

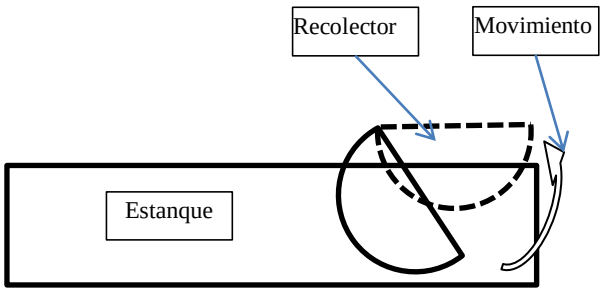


Figura 41. Cierre del recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.7. Paso 7. Retiro del recolector

Luego del cierre del recolector el mismo procede a ascender. La Figura 42, muestra el movimiento.

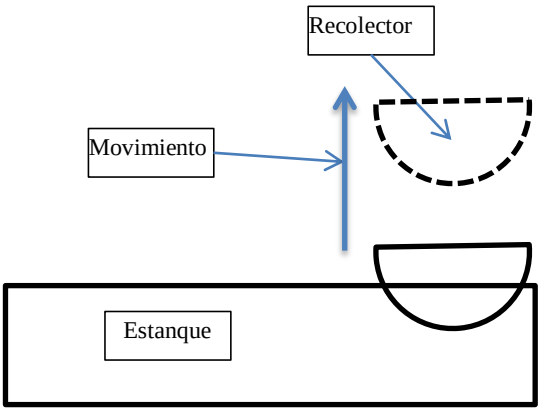


Figura 42. Ascenso del recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.8. Paso 8. Ubicación del recolector

Una vez que asciende el recolector se ubica en el centro del su recorrido transversal coincidiendo con el centro del estanque 1. La Figura 43, muestra la ubicación del recolector sobre el estanque.

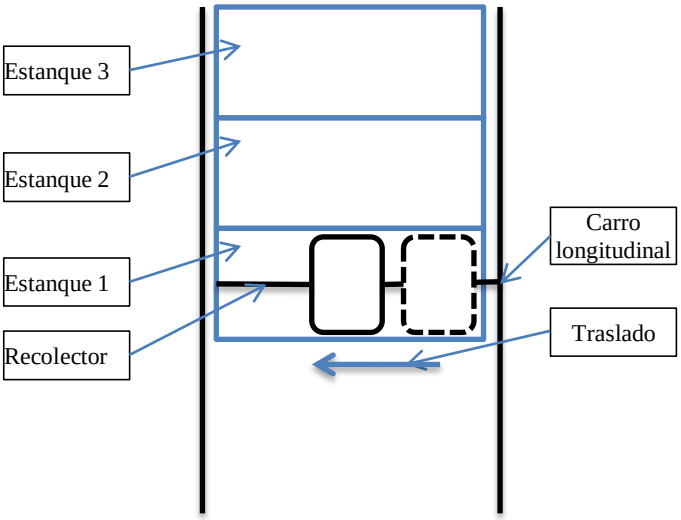


Figura 43. Ubicación del recolector.

FUENTE: El Autor.

d.3.3.1.9. Paso 9. Retorno del recolector

Cuando el recolector se encuentra en el centro retorna hacia la clasificadora. La Figura 44, se indica el movimiento de regreso del recolector.

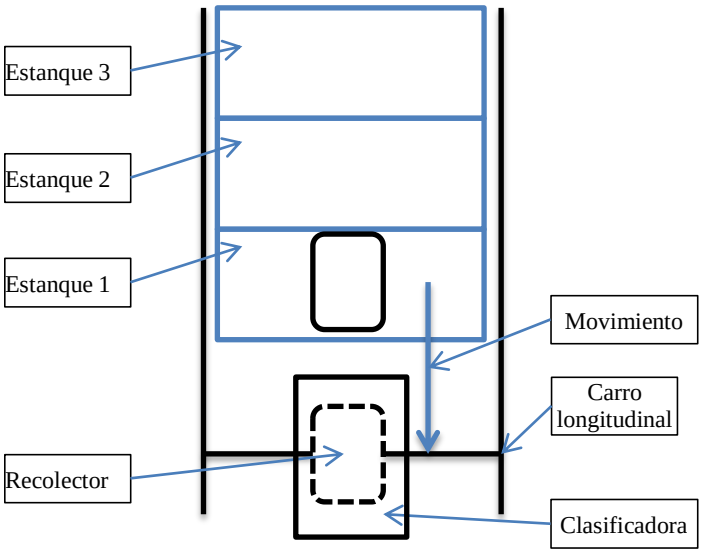


Figura 44. Retorno del recolector. .

d.3.3.1.10. Paso 10. Ubicación de los alevines en la clasificadora

Una vez que se encuentre el recolector sobre la clasificadora se procede dejarlos caer sobre la clasificadora. La Figura 45, muestra lo mencionado.

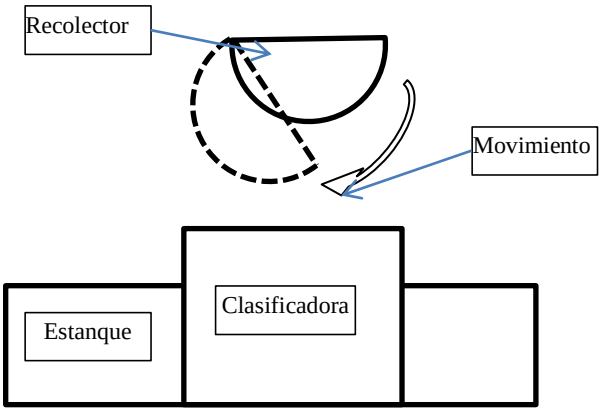


Figura 45. Ubicación de alevines en la clasificadora.

FUENTE: El Autor.

Una vez introducidos los alevines en la clasificadora ésta procede a clasificarlos según los 3 tamaños antes mencionados permitiéndoles dirigirse hacia los estanques debidamente designados mediante tuberías con flujo de agua.

d.3.3.1.11. Paso 11. Fin del ciclo

El recolector luego de vaciar los alevines, regresa a su posición inicial dando por terminado el ciclo de recolección. Ver la Figura 46.

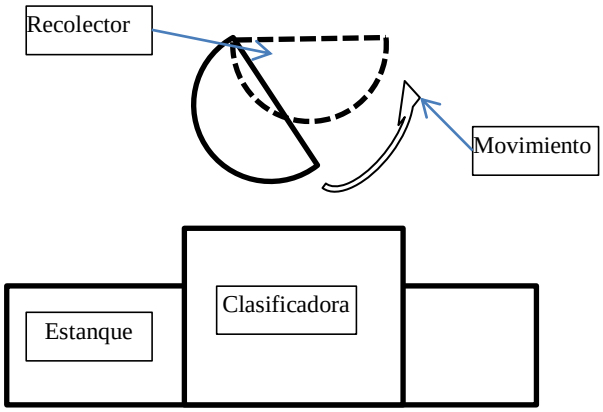


Figura 46. Retorno del recolector.

d.3.3.2. Nuevo proceso de clasificación.

El proceso de clasificación de alevines lo dividimos en los siguientes sistemas:

d.3.3.2.1. Sistema de recolección de peces.

El sistema de recolección de peces está conformado por 3 subprocesos:

Primero.- el recolector se traslada dentro del estanque y recolecta los peces.
Segundo.- el recolector traslada los alevines hacia el punto de clasificación.
Tercero.- se los vacía en la clasificadora, la cual los clasificará de acuerdo a su tamaño por gravedad y por flujo de agua que ayuda que los alevines se dirijan hacia los diferentes estanques.

Cabe mencionar que antes que se introduzca el recolector en el estanque en el que se desea realizar la clasificación; se debe reducir el nivel del agua del estanque para facilitar la recolección.

d.3.3.2.2. Sistemas de traslado de recolector.

En el sistema de traslado del recolector tenemos dos movimientos un transversal y un longitudinal que permiten ubicarlo en un sitio apropiado para realizar la recolección. El sistema de traslado será mediante motores de corriente eléctrica.

Dentro de este sistema de traslado del recolector existen los siguientes partes:

1.- Carro longitudinal

El Carro longitudinal es aquel que se encarga del trasladar el recolector desde la clasificadora hacia los estanques de clasificación y viceversa desde los estanques hacia la maquina clasificadora. A su vez consiste en dos vigas tipo G, empotradas en sus extremos. Dentro de las cuales se deslizará el carro transversal a través de ruedas mecánicas. Como se muestra en la Figura 47

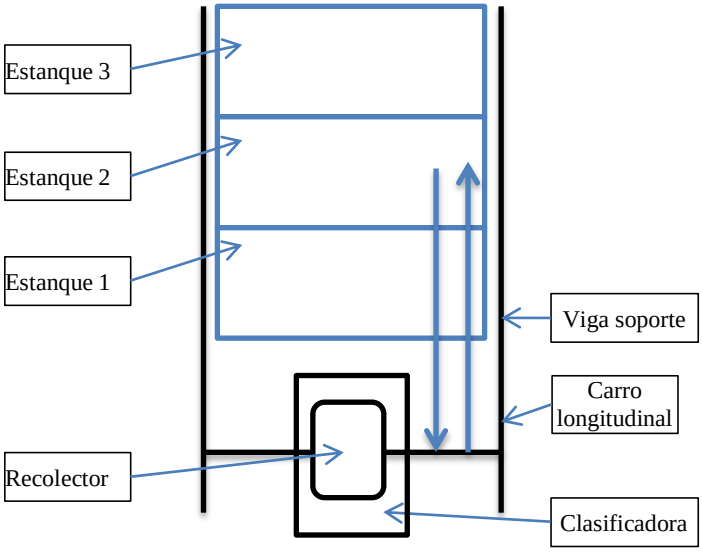


Figura 47. Carro longitudinal

FUENTE: El Autor.

2.- Carro transversal

El carro transversal se encarga que el recolector ingrese en un extremo del estanque a clasificar y salga en el otro extremo, igual que en el carro longitudinal irá montado en vigas. La Figura 48, muestra el movimiento del carro transversal.

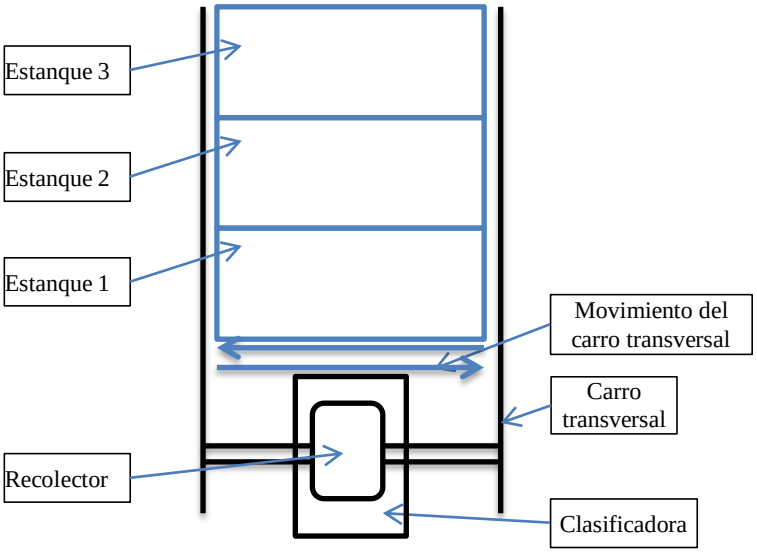


Figura 48. Movimiento del carro transversal

FUENTE: El Autor.

d.3.3.2.3. Sistema de vaciado.

El sistema de vaciado es cuando el recolector llega hasta la maquina clasificadora y procede a vaciar los alevines en la máquina.

d.3.3.2.4. Sistema de Clasificación.

La máquina clasificadora está constituida por tres niveles de clasificación conformados por tubos de acero inoxidable, colocados paralelamente y con determinada abertura para que en ese nivel solo se queden los alevines de clase grande y los de clase mediana y pequeña caigan a los siguientes niveles. En el nivel medio se quedaran los de clase mediana mientras que los de clase pequeña caerán al nivel más bajo. Realizada la clasificación ya explicado; los alevines serán trasladados hacia los demás estanques por medio de tubos de 2 pulgadas por los cuales fluye agua.

d.3.3.2.5. Sistema semiautomático.

Al sistema de traslado se lo controlará con fines de carrera mediante un PLC, y su ubicación también se la llevará a cabo con fines de carrera. También se implementará un sistema de irrigación de agua en la clasificadora para que permanezca húmedo.

d.3.4. Diseño de recolector

Para el diseño del recipiente de recolección se considera lo siguiente:

- Cubrirá el ancho del estanque.
- Ingresará en un extremo lateral del estanque y saldrá en el otro.
- Extraerá una cantidad de peces considerable.

Con lo descrito anteriormente se selecciona una forma semicilíndrica, que es la forma que mejor se adapta a lo requerido. La Figura 51, muestra la forma seleccionada. Y la Figura 49 muestra una vista lateral.

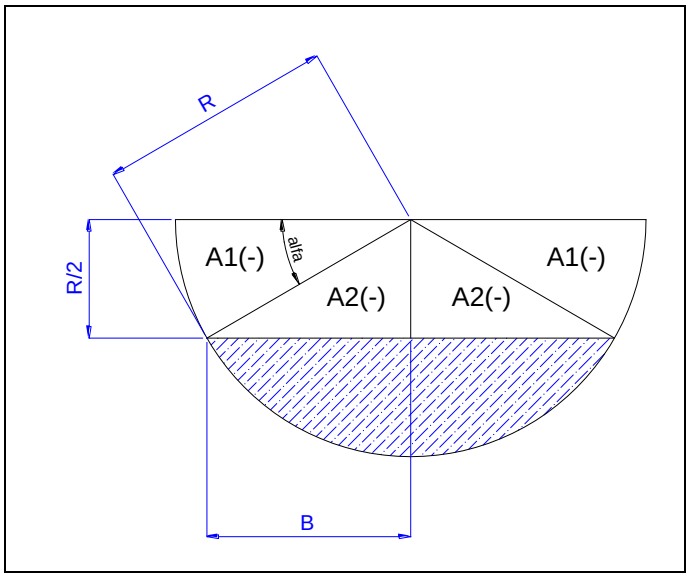


Figura 49: Recolector. Vista lateral.

Para el cálculo del volumen del recolector con agua hasta la mitad del mismo, es necesario calcular por división de áreas. Donde se encuentra el valor exacto del área, que luego se lo multiplica por la longitud del recolector para el cálculo del volumen.
Se divide en las siguientes áreas:

$$A_{semi_círculo} = \frac{(\pi \cdot R^2)}{2}$$

$$A_{semi_arco} = A_{1(-)} = \frac{(\alpha \cdot R^2)}{2}$$

$$A_{triángulo_base} = A_{2(-)} = \frac{\left(B \cdot \frac{R}{2}\right)}{2}$$

Las variables B y α se las obtiene aplicando el teorema de Pitágoras.

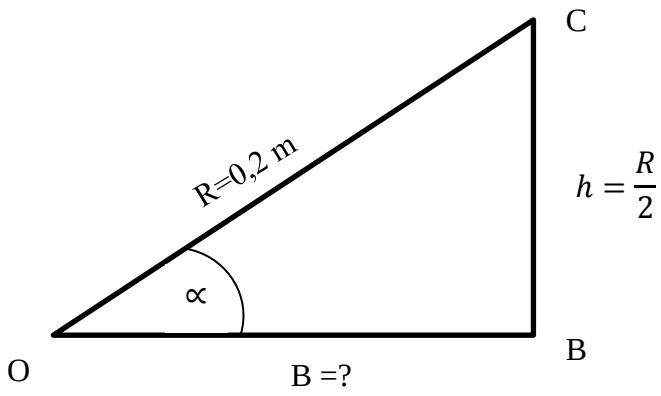


Figura 50: Triángulo rectángulo

$$B = \sqrt{R^2 - \left(\frac{R}{2}\right)^2}$$

$$B = \frac{\sqrt{3}}{2}(0{,}2)$$

$$B = 0{,}1732\ m$$

Encontrando el ángulo α

$$\tan \alpha = \frac{\left(\frac{R}{2}\right)}{B} = \frac{R}{2B} = \frac{R}{(\sqrt{3}R)}$$

$$\tan a = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

$$\alpha = 30° = \frac{\pi}{6}$$

Conocidas las variables anteriores, el área transversal inundada es:

$$A_{inundada} = A_{semi_círculo} - A_{semi_arco} - A_{triángulo_base}$$

$$A_{inundada} = \left(\frac{\pi}{2} \cdot R^2\right) - \left(\frac{\pi}{6} \cdot R^2\right) - \left(\frac{\sqrt{3}}{4} \cdot R^2\right)$$

$$A_{inundada} = \left(\frac{\pi}{2} - \frac{\pi}{6} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \cdot R^2$$

$$A_{inundada} = \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \cdot R^2$$

$$A_{inundada} = \left(\frac{\pi}{3} - \frac{\sqrt{3}}{4}\right) \cdot (0{,}2)^2$$

$$A_{inundada} = 7{,}247\ x\ 10^{-3}\ m^2$$

Y con ello el volumen de agua es:

$$V_{inundado} = A_{inundada} \cdot L_{semi_cilindro}$$

$$V_{inundado} = (7{,}247\ x\ 10^{-3}\ m^2)(0{,}8\ m)$$

$$V_{inundado} = 5{,}798\ x\ 10^{-3}\ m^3$$

d.3.4.1. Masa de la parte inundada en el recolector

$$m_{inundada} = V_{inundado}\ \delta_{agua}$$

$$m_{inundada} = (5{,}798\ x\ 10^{-3}\ m^3)(1000\frac{kg}{m^3})$$

$$m_{inundada} = 5{,}798\ kg$$

$Peso\ del\ agua\ en\ el\ recolector$

$$P_{inundada} = m_{inundada} * g$$

$$P_{inundada} = (5{,}798\ kg) * 9{,}8 \frac{m}{seg^2}$$

$$P_{inundada} = 56{,}87\ N$$

d.3.4.2. Volumen del recolector (V_r)

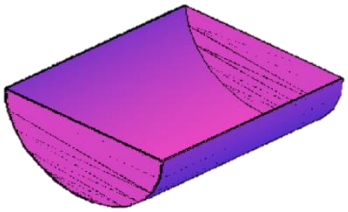


Figura 51. Forma del recolector

FUENTE: El Autor.

Datos:

$largo\ (l) = 0{,}8\ m$

$Radio\ (R) = 0{,}2\ m$

Para el cálculo del volumen del recolector se utilizó la fórmula del volumen de un cilindro y se dividió para 2; ya que la forma del recolector es de un semicilindro.

$$V_r = \frac{\pi R^2 l}{2} \qquad \textbf{Ec. 10}$$

$$V_r = \frac{\pi(0{,}2m)^2(0{,}8m)}{2}$$

$$V_r = \frac{0{,}101m^3}{2}$$

$$V_r = 0{,}0505m^3$$

d.3.5. Diseño y dimensionamiento de los sistemas propuestos.

d.3.5.1. Capacidad de los estanques para almacenar alevines

Se inicia calculando las características de los estanques y luego el peso de los alevines recolectados.

De los datos obtenidos en lugar de estudio la cantidad de peces por estanque es:

Estanque 1 (T1)= 8000 alevines

Estanque 2 (T2)= 7000 alevines

d.3.5.1.1. Capacidad media de almacenamiento de los estanques (Tm)

Cálculo de la media de peces existentes en los estanques:

$$Tm = \frac{T1+T2}{2} \qquad \textbf{Ec. 11}$$

$$Tm = \frac{8000+7000}{2}$$

$$Tm = 7500\ alevines$$

d.3.5.2. Masa de cada clase de alevín (grande, mediana y pequeña), obtenida mediante la muestra.

Según la cantidad de alevines de cada clase obtenida en la muestra:

Grande (m_g): 3,33 gr

Mediana (m_m): 1,43 gr

Pequeña (m_p): 1,143 gr

Datos tomados de la Tabla 8

d.3.5.2.1. Mediana de masas ($\dot{m}$)

$$\dot{m} = \frac{m_g + m_m + m_p}{3}$$

$$\dot{m} = \frac{(3{,}33 + 1{,}43 + 1{,}143)gr}{3}$$

$$\dot{m} = 1{,}97\ gr = 1{,}97\ \times 10^{-3}\ Kg$$

d.3.5.2.2. Volumen medio de los estanques 1 y 2 (V_{me}).

$$V_{me} = \frac{V_1+V_2}{2}$$

$$V_{me} = \frac{2{,}4+1{,}42}{2} m^3$$

$$V_{me} = 1{,}91\ m^3$$

d.3.5.2.3. Densidad media de alevines en estanques (ρ_m)

$$\rho_m = \frac{\#alevines}{V_{me}}$$

$$\rho_m = \frac{7500\ alevines}{1{,}91\ m^3}$$

$$\rho_m = 3926{,}7 \frac{alevines}{m^3}$$

d.3.5.2.4. Densidad media de masa (δ_m)

$$\delta_m = \rho_m \dot{m} \qquad \textbf{Ec. 12}$$

$$\delta_m = (3926{,}7\ \frac{alev}{m^3})(1{,}97\ \times 10^{-3}\ Kg)$$

$$\delta_m = 7{,}74\ \frac{Kg}{m^3}$$

d.3.5.3. Capacidad del recolector para almacenar alevines

d.3.5.3.1. Media de los alevines recolectados (N_m)

Para encontrar un valor aproximado de alevines que serán recogidos por el recolector (N_1); se multiplica la densidad media de alevines en cada estanque (ρ_m) por el volumen del recolector (V_r).

$$N_m = \rho_m V_r \qquad \textbf{Ec. 13}$$

$$N_m = (3926{,}7 \frac{alevines}{m^3})(0{,}0505 m^3)$$

$N_m = 198.3 \cong 198\ alevines$

d.3.5.3.2. Cálculo de la Cantidad de alevines en cada proceso de recolección

En cada proceso se recogerá 198 alevines, de los cuales hay un cierto porcentaje para cada clase; ya sea grande, mediana o pequeña. Estos porcentajes se los pudo determinar mediante la muestra. Y con una regla de tres se calcula la cantidad de alevines para cada clase que se recogerá en cada ciclo. Como se muestra a continuación:

Cálculo de número de alevines grandes recolectados (N_g)

De la Tabla 7, obtenemos el porcentaje de alevines grandes:

Grande = 34,59 %

$100\ \% \rightarrow 198\ alevines$

$34{,}59\ \% \rightarrow N_g$

$$N_g = \frac{34{,}59\ \% \times 198\ alev}{100\ \%}$$

$N_g = 68{,}49 \cong 69\ alev.$

Masa total de alevines (clase grande) (m_{tg})

$\dot{m}$: *mediana de las masas*

m_{tg}: *masa total de los alevines clase grande*

N_g: *número de alevines clase grande*

$$m_{tg} = N_g \dot{m} \qquad \textbf{Ec. 14}$$

$m_{tg} = (69\ alev.)(1{,}97 \times 10^{-3}\ Kg)$

$m_{tg} = 0{,}136\ kg$

$Cálculo\ de\ número\ de\ alevines\ medianos\ recolectados\ (N_m)$

De la Tabla 7, obtenemos el porcentaje de alevines medianos:

Mediana = 37,97 %

$100\ \% \rightarrow 198\ alevines$

$37{,}97\ \% \rightarrow N_m$

$$N_m = \frac{37{,}97\ \% \times 198\ alev}{100\ \%}$$

$$N_m = 75{,}18 \cong 75\ alev.$$

$Masa\ total\ de\ alevines\ (clase\ mediana)\ (m_{tm})$.

ṁ: $mediana\ de\ las\ masas$

m_{tm}: $masa\ total\ de\ los\ alevines\ clase\ media$

N_m: $número\ de\ alevines\ clase\ media$

De la Ec. 14

$m_{tm} = (75\ alev.)(1{,}97 \times 10^{-3}\ Kg)$

$m_{tg} = 0{,}148\ kg$

$Cálculo\ de\ número\ de\ alevines\ pequeños\ recolectados\ (N_p)$

De la Tabla 7, obtenemos el porcentaje de alevines pequeños:

Pequeña = 27,44 %

$100\ \% \rightarrow 198\ alevines$

$27{,}44\ \% \rightarrow N_p$

$$N_p = \frac{27{,}44\ \% \times 198\ alev}{100\ \%}$$

$$N_p = 54{,}33 \cong 54\ alev.$$

Masa total de alevines (clase pequeña) (m_{tp}).

$\dot{m}$: *mediana de las masas*

m_{tp}: *masa total de los alevines clase pequeña*

N_p: *número de alevines clase pequeña*

$$m_{tp} = N_p \dot{m}$$

$$m_{tp} = (54\ alev.)(1{,}97\ \times 10^{-3}\ Kg)$$

$$m_{tp} = 0{,}106\ kg$$

d.3.5.3.3. Cálculo de la masa total de alevines. (m_T).

La masa de todos los alevines a ser recogidos en cada ciclo es igual a la suma de las masas de las 3 clases (grande, mediana y pequeña), en total 198 alevines.

$$m_T = m_{tg} + m_{tm} + m_{tp}$$

$$m_T = (0{,}136\ + 0{,}148 + 0{,}106\ )kg$$

$$m_T = 0{,}39\ kg$$

d.3.5.3.4. Cálculo del peso total de los alevines (P_{al})

$$m_T = 0{,}39\ kg$$

$$g = 9{,}81\ \frac{m}{seg^2}$$

$$P_{al} = m_T g \qquad \textbf{Ec. 15}$$

$$P_{al} = (0{,}39\ kg)(9{,}81\ \frac{m}{seg^2})$$

$$P_{al} = 3{,}83\ N$$

d.3.5.4. Cálculo del peso del recolector (P_r) y la tensión (T) del cable.

Para el cálculo de la tensión y peso se considera la masa de los tubos necesarios para la construcción de la estructura del recolector. Las cotas del recolector calculado se muestran en la Figura 52.

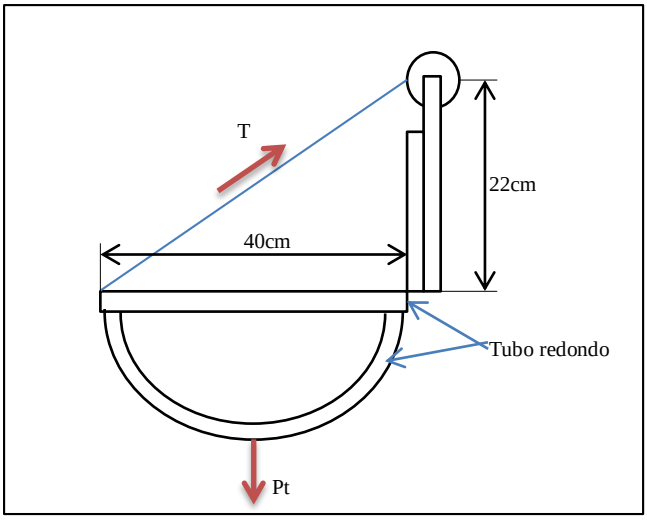


Figura 52. Tensión del recolector

FUENTE: El Autor.

d.3.5.4.1. Cálculo del peso (P_{r1}). Tubo redondo de 5/8" del recolector

Éste tubo forma parte de la estructura del recolector, son 3 tramos de tubo formando cada uno un semi-círculo de 0,2 m de radio, los cuales van soldados en el tubo cuadrado que forma el marco del recolector. Ya soldados los tubos redondos en el marco de tubo cuadrado dará forma a un semicilindro.

En la estructura del recolector se emplea 1,71 m de tubo redondo de 5/8''. Considerando tubo base más 3 semicilindros de soporte. Según tabla DIPAC en el anexo 2, el peso en kg del Tubo (5/8") es de 1,44 kg en 6 metros de longitud.

Por tanto $m_{r1} = 0{,}41\ kg$

Peso de la estructura del recolector construido con tubo de 5/8 (P_{r1}). Según la Ec. 15

$$P_{r1} = m_{r1} g$$

$P_{r1} = (0{,}41\ kg)\left(9{,}81\ \frac{m}{seg^2}\right)$

$P_{r1} = 4{,}022\ N$

En la estructura del recolector se emplea 2,366 m de tubo cuadrado de 15 mm. Considerando los 4 tubos de la parte superior del recolector. Según tabla DIPAC en el anexo 3, el peso en kg del Tubo cuadrado de 15 mm es de 0,36 kg en 1 metro de longitud.

Por tanto la masa es $m_{r2} = 0{,}85\ kg$

Peso de la estructura del recolector construido con tubo cuadrado de 15mm (P_{r2}). Según la Ec. 15

$P_{r2} = m_{r2}g$

$P_{r2} = (0{,}85\ kg)\left(9{,}81\ \frac{m}{seg^2}\right)$

$P_{r2} = 8{,}34\ N$

d.3.5.4.2. Peso total del recolector (P_r)

Se considera el peso de los alevines P_{al} recolectados más el peso del agua y más el peso de los tubos P_{r1} y P_{r2}, de la estructura del recolector.

$P_{inundada} = 56{,}87N$

$P_{al} = 3{,}83\ N$

$P_{r1} = 4{,}022\ N$

$P_{r2} = 8{,}34\ N$

$P_r = P_{inundada} + P_{al} + P_{r1} + P_{r2}$

$P_r = (56{,}87\ N) + (3{,}83\ N) + (4{,}022\ N) + 8{,}34\ N$

$P_r = 73{,}06\ N$

d.3.5.4.3. Cálculo de la tensión (T) del cable del motor 1

Se encuentra el valor del ángulo (α) que se forma entre el cable y el recolector, como se muestra en la Figura 53. La altura CB considera la base del recolector 22cm más 18 cm de la estructura del tambor que recoge el cable.

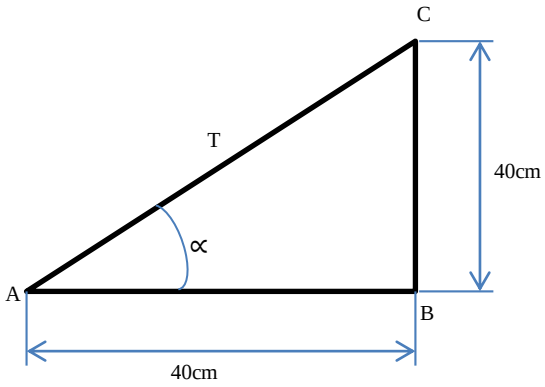


Figura 53. Ángulo de incidencia de la tensión

FUENTE: El Autor.

Cálculo del ángulo de incidencia.

Datos

AB = 40 cm= $0{,}40m = \emptyset = 2R$

BC = 40 cm

$Ty = T\ sen\ \alpha$

$Tx = T\ cos\ \alpha$

$$tang\ \alpha = \frac{BC}{AB}$$

$$tang\ \alpha = \frac{40\ cm}{40\ cm}$$

$$\alpha = tang^{-1}\ (1)$$

$$\alpha = 45\ ^{o}$$

Cálculo el valor de la tensión (T).

Se descompone la tensión (T) en sus componentes rectangulares (Tx, Ty) , se realiza sumatoria de momentos en el punto B para encontrar la componente Ty de la tensión (T), como se ve en la Figura 54.

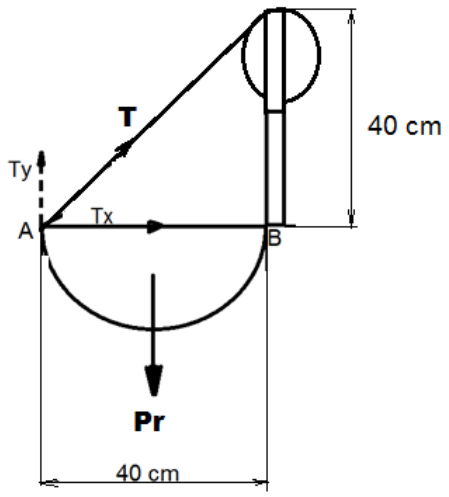


Figura 54. Diagrama de fuerzas de la tensión.

FUENTE: El Autor.

Sumatoria de momentos en el punto B.

$$\sum mB = 0$$

$$P_r R - Ty(\emptyset) = 0$$

$$P_r R - Ty(2R) = 0$$

$$(\,73{,}06\ N)(0{,}2\ m) - 2Ty(0{,}2m) = 0$$

$$14{,}61\ Nm - Ty(0{,}4m) = 0$$

$$Ty = \frac{14{,}61\ Nm}{0{,}4\ m}$$

$$Ty = 36{,}53\ N$$

Ty, es igual a la tensión T multiplicada por seno de alfa (α)

$$Ty = T\ sen\ \alpha$$

Despejando T;

$$T = \frac{Ty}{sen\ \alpha}$$

$$T = \frac{36{,}53\ N}{sen\ (45\ ^{o})}$$

$$T = 51{,}66\ N$$

La tensión del cable que mantiene en equilibrio el recolector es de $51{,}66\ \ N$

d.3.5.5. Potencia necesaria del motor 1 $(\boldsymbol{P_{M1}})$

Se define la velocidad de trabajo para el recolector (v), siendo una velocidad aceptable para el movimiento del recolector.

$$v = 0{,}5\,\frac{m}{seg}$$

Datos:

$T = 51{,}66\ N = F$ Tensión del cable

$\eta = 0{,}9$ Rendimiento de elementos mecánicos.

$$P_{M1} = \frac{F*v}{\eta} = \frac{T*v}{\eta} \qquad \textbf{Ec. 16}$$

$$P_{M1} = \frac{(51{,}66\ \ N)(0{,}5\ m/seg)}{0{,}9}$$

$$P_{M1} = \frac{(5{,}905\ N\ m/seg)}{0{,}9}$$

$$P_{M1} = 28{,}7\ W\ = 0{,}0385\ HP$$

Para que el motor realice la recolección necesita una potencia mayor a $0{,}0385\ HP$

d.3.5.6. Cálculo de número de revoluciones de la transmisión del motor 1

El cálculo indica el número de revoluciones por minuto necesarias para el enrollamiento del cable que mueve el recolector. Se define un diámetro de tambor de 10 cm

Cálculo de la velocidad angular

Para el cálculo se considera una velocidad lineal de $V_L = 0{,}5\ {}^{m}/_{seg}$

$$w = \frac{V_T}{R_{giro}}$$

$$w = \frac{0{,}5}{0{,}05}$$

$$w = 10\,\frac{rad}{seg}$$

Cálculo de las revoluciones por minuto (rpm)

$$rpm = \frac{w60}{2\pi}$$

$$rpm = \frac{(10\,\frac{rad}{seg})(60)}{2\pi}$$

$$rpm = 95{,}5\ \frac{rev}{min}$$

d.3.5.7. Elección del motor 1.

Según la potencia requerida en el sistema para la apertura y cierre del recolector, el motor seleccionado es el motorreductor MR10, modelo MR107-VEL cuya velocidad en rmp se la seleccionó en vista a las necesidades del mismo. Las especificaciones del motor seleccionado se muestran el en anexo 10. Donde se muestra la velocidad en rpm y el engranaje del motorreductor.

d.3.5.8. Cálculo del peso total a levantar por los actuadores lineales. (P_T)

Se calcula el peso del tubo utilizado en la base del recolector y el peso de los tubos de ascenso del recolector.

d.3.5.8.1. Cálculo del peso tubo cuadrado de (20 x 20) cm utilizado en la base del motor 1

En la base del recolector se plantea utilizar 5 tramos de tubo cuadrado de (20x20) mm: 2 de 80 cm, 2 de 20 y 1 de 76 cm. Como lo muestra la Figura 55.

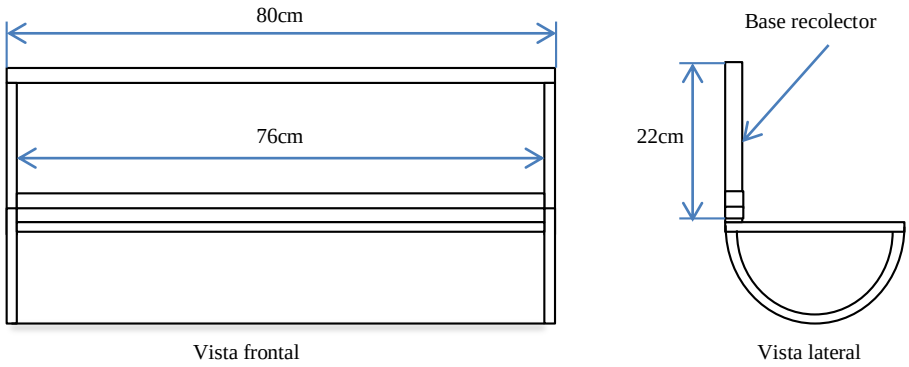


Figura 55. Dimensiones de la base del recolector.

FUENTE: El Autor.

Cálculo del total de tubo cuadrado utilizado, base del recolector.

Tubo cuadrado (20x20) mm = (80 + 80 + 76 + 20 + 20) cm = 276 cm = 2,76 m

La masa del tubo según tabla DIPAC en el anexo 2, es 0,6 kg por 1 m

Por tanto la masa es: $m_{tc} = 1{,}66\ kg$

Peso del tubo cuadrado

$P_{tc} = m_{tc} g$

$P_{tc} = (1{,}66\ kg)(9{,}81\ m/seg^2)$

$P_{tc} = 16{,}29\ N$

d.3.5.8.2. Cantidad de tubo utilizado para el ascenso del recolector.

Para el ascenso del recolector se necesita 2 tramos de tubo redondo, 1 tramo de varilla, como lo muestra la Figura 56.

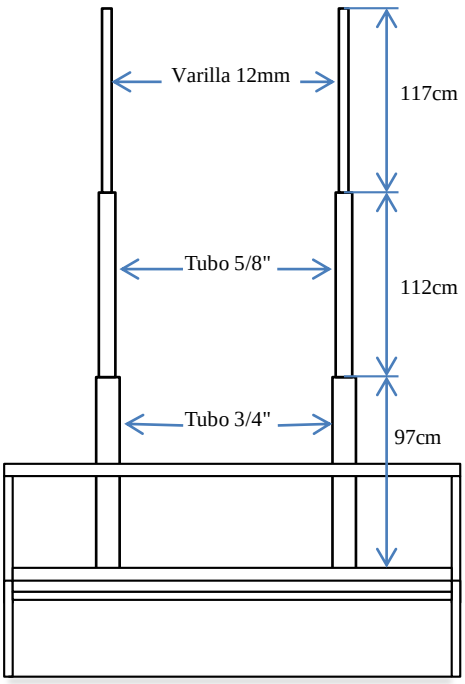


Figura 56. Tramo de tubos para el ascenso del recolector.

FUENTE: El Autor.

Cálculo del total de tubo utilizado

Tubo redondo de 3/4 de pulgada (97 cm) x 2 = 194 cm = 1,94 m

Tubo redondo de 5/8 de pulgada (112 cm) x 2 = 224 cm = 2,24 m

Según tabla DIPAC anexo 1, el tubo redondo de ¾" tiene una masa de 1,74 kg en 6 metros

Por tanto la masa es: $m_{tr1} = 0{,}56\ kg$

Peso del tubo ¾" (P_{tr1})

$P_{tr1} = m_{tr1} g$

$P_{tr1} = (0{,}56\ kg)(9{,}81\ m/seg^2)$

$P_{tr1} = 5{,}49\ N$

Masa Tubo redondo 5/8" (m_{tr2}) según tabla DIPAC, anexo 4, es 1.44 kg en 6 metros

Por tanto la masa es: $m_{tr2} = 0{,}54\ kg$

$Peso\ del\ tubo\ 5/8"\ (P_{tr2})$

$P_{tr2} = m_{tr2} \times g$

$P_{tr2} = (0{,}54\ kg)(9{,}81\ m/seg^2)$

$P_{tr2} = 5{,}3\ N$

$Peso\ del\ motor\ 1.\ (P_{motor1})$

De los datos técnicos del motor 1 seleccionado para el movimiento del recolector se tiene que el peso es:

$P_{motor1} = 9{,}81\ N$

$Peso\ total\ a\ levantar\ por\ los\ actuadores.\ (P_{ac})$

Se suma todos los pesos de la tubería y motor utilizados para la construcción del recolector.

$\mathrm{P_{ac}} = P_r + P_{tc} + P_{tr1} + P_{tr2} + P_{m1}$

$\mathrm{P_{ac}} = (51{,}66\ N) + (16{,}29\ N) + (5{,}49\ N) + (5{,}3\ N) + (9{,}81\ N)$

$\mathrm{P_{ac}} = 88{,}55\ N$

d.3.5.9. Cálculo de las reacciones producidas en el punto mínimo de estiramiento del recolector

Se calcula las reacciones en una sola varilla por que el peso será dividido a la mitad, por tanto $\mathrm{P_{ac}} = 44{,}28\ N$. Las reacciones se consideran cuando el recolector se encuentra elevado, se muestran en la Figura 57.

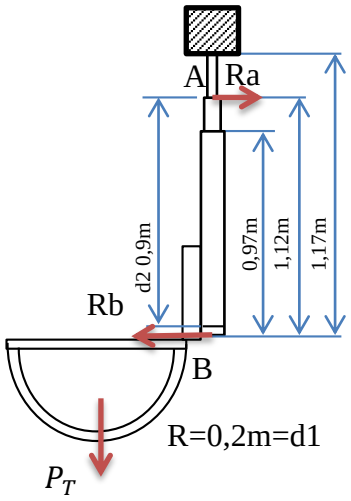


Figura 57. Diagrama de fuerzas de ascenso del recolector.

FUENTE: El Autor.

d.3.5.9.1. Sumatoria de momentos en el punto B

$$\sum mB = 0$$

$$P_{Tm}d_1 - R_A d_2 = 0$$

$$(44{,}28\ N)(0{,}2\ m) - R_A(1{,}09\ m) = 0$$

$$8{,}86\ Nm - R_A(1{,}09\ m) = 0$$

$$R_A = \frac{8{,}86\ Nm}{1{,}09m}$$

$$R_A = 8{,}125\ N = F_A$$

d.3.5.9.2. Sumatoria de fuerzas en el eje X

$$\sum Fx = 0$$

$$R_A - R_B = 0$$

$$R_B = R_A$$

$$R_B = 8{,}125\ N = F_B$$

d.3.5.10. ***Cálculo de las reacciones en el punto máximo de estiramiento del recolector.***

d.3.5.10.1. Cálculo de las reacciones en A y B

En el punto máximo de estiramiento, los valores de $d2$ y $d3$ son 0,0967m y 0,1m respectivamente. Analizando el diagrama de cuerpo libre en los puntos A y B considerando estático los puntos C y D, la ecuación se deduce mediante la sumatoria de momentos en el punto A. tal y como se muestra en la Figura 58.

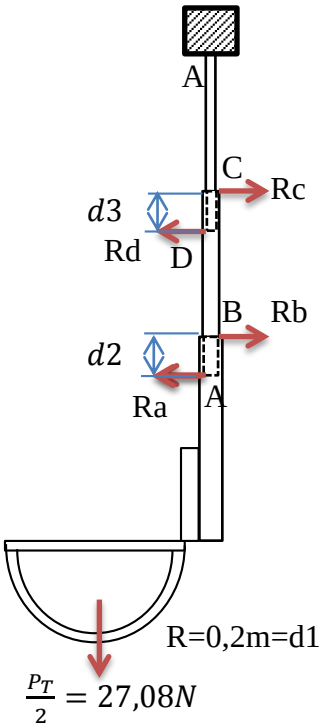


Figura 58. Diagrama de fuerzas en el punto máximo de estiramiento

FUENTE: El Autor.

Sumatoria de momentos en el punto A

$$\sum mA = 0$$

$$P_{Tm}d_1 - R_B d_2 = 0$$

$$(44{,}28\ N)(0{,}2\ m) - R_A(0{,}0967\ m) = 0$$

$$8{,}86\ Nm - R_A(0{,}0967\ m) = 0$$

$$R_A = \frac{8{,}86\ Nm}{0{,}0967m}$$

$$R_A = 91{,}62\ N$$

Sumatoria de fuerzas en el eje X

$$\sum Fx = 0$$

$$R_B - R_A = 0$$

$$R_B = R_A$$

$$R_B = 91{,}62N$$

d.3.5.10.2. Cálculo de la fuerza de rozamiento (F_{rozA})

Se calcula la fuerza de rozamiento en los puntos A y B. Se utiliza el coeficiente de rozamiento estático del acero ($\mu_e = 0{,}74$), y la velocidad de trabajo definida de ($0{,}5\frac{m}{seg}$).

Punto A

$$F_{rozA} = \mu_e R_A$$

$$F_{rozA} = (0{,}74)(91{,}62N)$$

$$F_{rozA} = 67{,}8\ N$$

Punto B

$$F_{rozB} = \mu_e R_B$$

$$F_{rozB} = (0{,}74)(91{,}62\ N)$$

$$F_{rozB} = 67{,}8\ N$$

Fuerza total de rozamiento (F_{roz}).

$$F_{roz} = F_{rozA} + F_{rozB}$$

$$F_{roz} = 67{,}8\ N + 67{,}8\ N$$

$$F_{roz} = 135{,}6\ N$$

Cálculo de la fuerza necesaria para el ascenso del recolector (F_{asc}).

$$F_{asc} = F_{roz} + P_{Tm}$$
$$F_{asc} = 135{,}6\ N + 44{,}28\ N$$
$$F_{asc} = 179{,}88\ N$$

Se calcula las reacciones en A y B en diferentes puntos de tubo de asenso 1, variando el valor de $d2$. Los valores obtenidos los resume la Tabla 10

Tabla 10. Reacciones en A y B, variando d2

$d2$ (m)	R_A (N)	R_B (N)	F_{rozA} (N)	F_{rozB} (N)	F_{roz} $F_{rozA} + F_{rozB}$	F_{asc} $F_{roz} + \frac{P_T}{2}$
0,0967	91,62	91,62	67,8	67,8	135,6	179,88
0,10	88,6	88,6	65,56	65,56	131,128	175,41
0,12	73,83	73,83	54,63	54,63	109,26	153,55
0,2	44,3	44,3	32,78	32,78	65,56	109,84
0,3	29,53	29,53	21,85	21,85	43,7	88
0,5	17,72	17,72	13,11	13,11	26,22	70,51
0,8	11,08	11,08	8,2	8,2	16,4	60,67

FUENTE: El auto. De datos obtenidos de cálculos.

d.3.5.10.3. Cálculo de la las reacciones en C y D.

Las reacciones $R_C\ y\ R_D$ en los puntos C y D, se las calcula con los valores de $R_A\ y\ R_B$ cuando $d2 = 0{,}0967m$

Sumatoria de momentos en D

$$\sum mD = 0$$

$$P_{Tm}d_1 - R_A(1{,}12m - d_3) + R_B[1{,}12m - (d_2 + d_3)] - R_C d_3 = 0$$

$$(44{,}28\ N)(0{,}2\ m) - (91{,}62\ N)(1{,}12 - 0{,}1)m + (91{,}62\ N)[1{,}12 - (0{,}0967 + 0{,}1)] - R_C(0{,}1m) = 0$$

$$(8{,}86\ Nm) - (93{,}46\ Nm)\ + (91{,}62\ N)[0{,}9233] - R_C(0{,}1m) = 0$$

$$(8{,}86\ Nm) - (93{,}46\ Nm)\ + (84{,}6\ N) - R_C(0{,}1m) = 0$$

$$0\ Nm - R_C(0{,}1m) = 0$$

$$R_C = \frac{0\ Nm}{0{,}1m}$$

$$R_C = 0\ N$$

Sumatoria de fuerzas en x.

$$\sum Fx = 0$$

$$R_B - R_A - R_D + R_C = 0$$

$$R_D = R_C$$

$$R_D = 0\ N$$

Se realizó los cálculos con varias distancias de $d3$, dando como resultado que las reacciones en C y D son cero en todos los casos.

d.3.5.11. Cálculo de momento de inercia (I) de la varilla de asenso

Para el cálculo se considera el diámetro de la varilla $\emptyset = 12\ mm = 0{,}012\ m$

$$I = \frac{\pi \emptyset^4}{32} \qquad \textbf{Ec. 17}$$

$$I = \frac{\pi(0{,}012\ m)^4}{32}$$

$$I = 2{,}0358 \times 10^{-17} m^4$$

d.3.5.11.1. Cálculo del momento flector (Mo)

$$Mo = \frac{F_A * d2}{2} \qquad \textbf{Ec. 18}$$

$$Mo = \frac{(8{,}125)(1{,}09)}{2}$$

$$Mo = 4{,}43\ Nm$$

d.3.5.11.2. Cálculo del esfuerzo máximo flector (τ_f)

Tensión admisible de fluencia $\sigma_{adm} = 2400 \frac{kg}{cm^2} = 24000000\ kg/m^2$

$$\tau_f = \frac{\sigma_{adm}}{4}$$

$$\tau_f = \frac{24000000 \frac{kg}{m^2}}{4}$$

$$\tau_f = 6000000 \frac{kg}{m^2}$$

d.3.5.11.3. Cálculo del diámetro mínimo permisible de la varilla de acero VRL 12

Momento flector: $Mo = 4{,}43\ Nm = 0{,}456\ kgm$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{32\ M_o}{\pi.\tau_f}} \qquad \textbf{Ec. 19}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{(32)(0{,}456\ kgm)}{\pi(6000000\ kg/m^2)}}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{(8{,}86\ kgm)}{18849555{,}92\ kg/m^2)}}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{7{,}74 \times 10^{-7} m^3}$$

$$\emptyset = 9{,}18 \times 10^{-3} m\ \times \frac{1\ 000\ mm}{1\ m}$$

$$\emptyset = 9{,}18\ mm$$

El diámetro de la varilla previamente seleccionado de 12 mm resiste todas las cargas a las que es sometido.

d.3.5.12. Cálculo de la base del carro transversal

Además de las fuerzas que se necesita para el ascenso del recolector, se considera también el peso de la varilla de 12mm y el peso de la estructura de la base del carro transversal.

d.3.5.12.1. Peso de la varilla de 12 mm (P_{va})

Masa varilla redonda lisa de 12mm (m_{va}) según tabla DIPAC, anexo 3, es 0,89 kg en 1 metros

Por tanto la masa de 2,34m de varilla es $m_{va} = 2{,}083$ kg

P_{va}=2,083 kg (9,81$\frac{m}{seg^2}$)

$P_{va} = 20{,}43$N

d.3.5.12.2. Peso total del soporte carro transversal (P_{sr})

En el diseño del carro trasversal, se escoge un tubo cuadrado de 2,5 x 2,5 cm y tiene una longitud de 73 cm, y 2 tramos más de 10 cm, en el anexo 2, tabla DIPAC buscamos la masa por unidad de metro de este tubo.

La cantidad de tubo cuadrado utilizado en la base del carro transversal es de 1,66 m. de la tabla DIPAC (0,9kg en 1m)

Por tanto la masa de 1,66 m de tubo cuadrado es $m_{sr} = 1{,}49kg$

Peso del soporte del carro transversal (P_{sr})

$P_{sr} = m_{sr} * g$

$P_{sr} = (1{,}49kg)(9{,}81\, {}^{m}/_{s^2})$

$P_{sr} = 14{,}66N$

d.3.5.12.3. Cálculo de las reacciones, base del carro transversal

En la Figura 59, se muestra las reacciones del carro transversal, indicando el peso y las fuerzas que va a soportar.

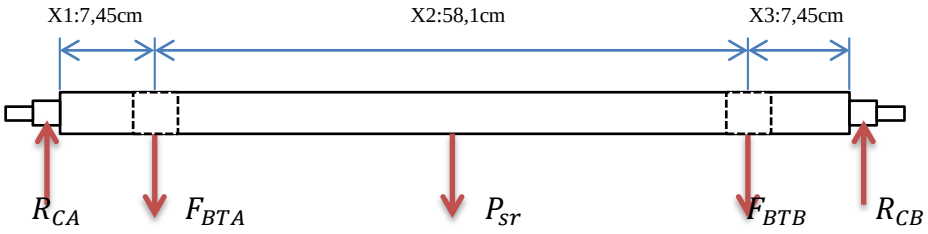


Figura 59. Reacciones en carro transversal

FUENTE: El Autor.

Para el cálculo de las reacciones en (F_{BTA}) se considera también el peso de la varilla VRL 12, $P_{va} = 20{,}42\text{N}$ que sujeta el recolector, el valor de (F_{BTA}) es tomado como el valor máximo de la fuerza de ascenso de la Tabla 10, siendo $179{,}88\ N$; que sumado el peso de la varilla quedará $F_{BTA} = 200{,}3\ N$

Sumatoria de momentos en el punto A

$$\sum mA = 0$$

$$-F_{BTA}X_1 - P_{sr}\left[X_{1+}\left(\frac{X_2}{2}\right)\right] - F_{BTB}(X_1 + X_2) + R_{CB}(X_1 + X_2 + X_3) = 0$$

$$-200{,}3\ (0{,}0745) - 14{,}66\left[0{,}0745 + \left(\frac{0{,}581}{2}\right)\right] - 200{,}3\ (0{,}0745 + 0{,}581)\ +$$

$$R_{CB}(0{,}0745 + 0{,}581 + 0{,}0745) = 0$$

$$-14{,}92Nm - 5{,}351Nm - 131{,}3Nm + R_{CB}(0{,}73) = 0$$

$$-151{,}57\ Nm + R_{CB}(0{,}73) = 0$$

$$R_{CB} = \frac{151{,}57Nm}{0{,}73m}$$

$$R_{CB} = 207{,}63\ N$$

$$\sum Fy = 0$$

$$R_{CA} - F_{BTA} - P_{sr} - F_{BTB} + R_{CB} = 0$$

$$R_{CA} - 200{,}3\ N\ - 14{,}66N - 200{,}3\ N + 207{,}63N$$

$$R_{CA} = 207{,}63\ N$$

Cálculo del momento flexionante (M_{sr})

Empleando el método semi-gráfico de las relaciones entre carga, fuerza cortante y momento flexionante trazamos los diagramas y se calcula los valores máximos de momento.

Con las reacciones de la Figura 59, se saca el diagrama de momentos y se lo muestra en la Figura 60

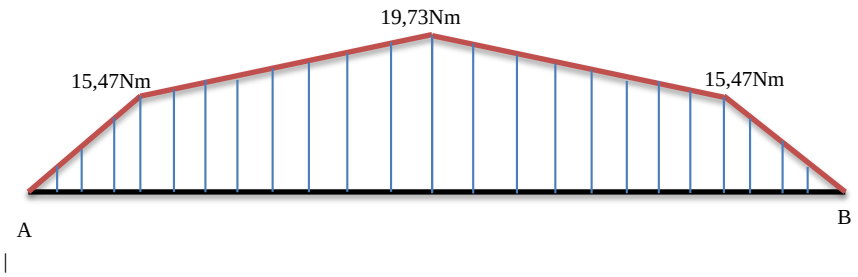


Figura 60: diagrama de momento flexionante.

FUENTE: El Autor.

El momento máximo flexionante del carro trasversal es M_{sr}=19,73 Nm.

d.3.5.12.4. Cálculo del Momento de inercia. Carro transversal

El momento de inercia se lo calcula a partir del momento flexionante.

$$I_{sr} = \frac{M_{sr}L^2}{192Ey}$$

$$I_{sr} = \frac{(19{,}73)(0{,}73)^2}{192(200000000000)(0{,}002)}$$

$$I_{sr} = 1{,}37\ x10^{-10}\ m^4 = 0{,}0137\ cm^4$$

En el anexo 2 Tabla DIPAC el momento de inercia (tubo cuadrado) 25mm; es 1,08cm^4. Es mayor al momento de inercia calculado, por tanto el carro transversal soporta las cargas a las que será sometido.

d.3.5.12.5. Cálculo del módulo de sección.

$$S_{sr} = \frac{M_{sr}}{\sigma}$$

$$S_{sr} = \frac{19{,}73\ Nm}{240000000Pa}$$

$$S_{sr} = 8{,}221x10^{-8}m^3 = 0{,}08221\ cm^3$$

Comparando el valor obtenido del módulo de sección con el del fabricante. Anexo 2.
Se determina que la viga soporta las cargas a las que es sometida.

Módulo de sección determinado < Módulo de sección del fabricante. (DIPAC)

$$0{,}08221cm^3 < 0{,}26\ cm^3$$

d.3.5.12.6. Peso a trasladar por el carro trasversal (P_{ct})

P_T Es la resultante del peso total del recolector, incluido tubos de ascenso. $P_T = 400{,}6\ N$

Ya que es él es el resultado de la suma de $F_{BTA} + F_{BTB}$

$P_{ct} = P_T + P_{sr}$

$P_{ct} = 400{,}6\ N + 14{,}66N$

$P_{ct} = 415{,}26\ N$

d.3.5.12.7. Fuerza de desplazamiento, carro transversal (F_d)

Para calcular la fuerza de desplazamiento, se considera la fuerza de rozamiento y el peso total que soporta el carro transversal.

El peso total a trasladar se lo calcula sumando $F_{BTA} + P_{sr} + F_{BTB} = P_{ct}$, entonces $P_{ct} = 415{,}26$ N

Cálculo de fuerza de rozamiento. (F_{rt})

De la Ec. 5 se obtiene:

$F_{rt} = 415{,}26\ \mathrm{N}(0{,}74)$

$F_{rt} = 307{,}29\ N$

Cálculo de la fuerza de desplazamiento (F_d)

$F_d = P_{ct} + F_{rt}$

$F_d = 415{,}26\ N + 307{,}29\ N$

$F_d = 722{,}55\ N$

d.3.5.12.8. Dimensionamiento de los ejes del carro trasversal

Para el cálculo se escoge un extremo de toda la base del carro transversal. Se muestra en la Figura 61.

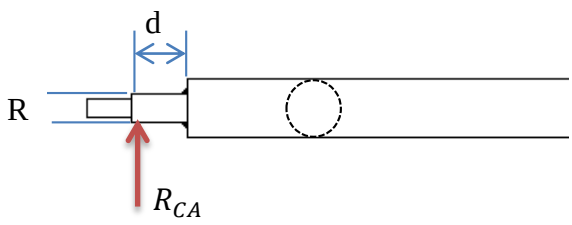


Figura 61. Eje del carro transversal

FUENTE: El Autor.

Cálculo del momento flector (Mb)

Se lo divide para 2 porque el peso en el punto A está sobre dos ejes.

$$Mb = \frac{R_{CA}}{2}.d$$

$$Mb = (\frac{207{,}63\ N}{2})(0{,}02m)$$

$$Mb = 2{,}08\ Nm$$

Cálculo del momento torsor (Mτ)

$$Mt = \frac{R_{CA}}{2}\mu_r.R$$

$$Mt = (\frac{207{,}63\ N}{2})(0{,}74).(0.012)$$

$$Mt = 0{,}922\ Nm$$

$Esfuerzo\ permisible\ (s_s)$

Es la carga máxima que puede soportar un elemento sin fallar antes de que termine su vida útil predeterminada.

$$s_s = \frac{\sigma adm\ \times\ \mu p}{\mu_r}$$

$$s_s = \frac{(24\,\frac{kg}{mm^2}) \times (0.30)}{0{,}74}$$

$$s_s = 9{,}73\,\frac{kg}{mm^2}\left|\frac{9.8\ N}{1\ kg}\right|\left|\frac{(1000\ mm)^2}{1\ m^2}\right|$$

$$s_s = 95{,}45\ \text{MPa}$$

Donde:

$\sigma adm = limite\ de\ cedencia\ del\ acero\left(24\,\frac{kg}{mm^2}\right)$

$\mu_s = coeficiente\ estático$

$\mu p = coeficiente\ de\ poisson\ para\ acero$ (Tomado de la Tabla 11)

$Coeficiente\ de\ poisson$

El coeficiente de Poisson corresponde a la razón entre la elongación longitudinal y a la deformación transversal en un ensayo de tracción.

Tabla 11: coeficientes de poisson.

Materiales varios	
material	**coeficiente de Poisson**
goma	~ 0.50
plomo	0.44
arcilla saturada	0.40-0.50
magnesio	0.35
titanio	0.34
cobre	0.34
arcilla	0.30-0.45
aluminio aleado	0.33
bronce	0.31
Níquel	0.30
acero inoxidable	0.30-0.31
acero	0.27-0.30
hierro colado	0.21-0.26
arena	0.20-0.45
hormigón	0.20
vidrio	0.18-0.3
caucho	~ 0.5

FUENTE: (WIKIMEDIA., 2013)

Diámetro del eje para para el carro transversal.$(\emptyset)$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \times s_s} \times \sqrt[2]{(M_b \times K_b)^2 + (M_t \times K_t)^2}}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{\frac{16}{\pi \times 95{,}45\ \text{MPa}} \times \sqrt[2]{[(2{,}08\ Nm)(1{,}5)]^2 + [(0{,}922\ Nm)(1{,}5)]^2}}$$

$$\emptyset = \sqrt[3]{(5{,}33\ \text{x}10^{-8}) \times 3{,}413}$$

$$\emptyset = 5{,}66\text{x}10^{-3}\text{m} = 5{,}66\ \text{mm}$$

Donde:

$s_s = esfuerzo\ permisible\ \left(\frac{N}{m^2}\right)$

$K_b = factor\ de\ seguridad\ \rightarrow 1{,}5$

$K_t = factor\ de\ seguridad\ \rightarrow 1.5$

$M_b = momento\ flector\ (Nm)$

$M_t = momento\ torsor\ (Nm)$

d.3.5.12.9. Selección de cadena de tracción

Según tabla de selección de cadenas en anexo 4, se escoge la cadena ASA 35 cuya carga a la rotura es de 950kg, que soporta perfectamente la carga a la que será sometida.

d.3.5.13. Cálculo de la base del carro longitudinal.

d.3.5.13.1. Cálculo del momento flector(M_{sl}).

Para el cálculo de la base consideramos el peso total (P_T), que es la carga que va a soportar el carro longitudinal, se lo divide para 2 porque se analizará un lado de la estructura. Como se muestra en la Figura 62.

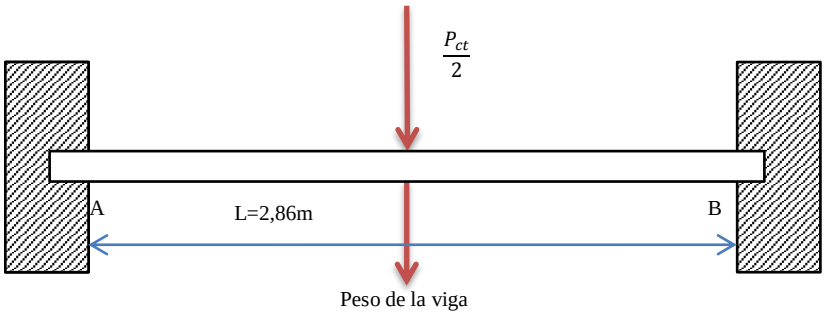


Figura 62. Diagrama de fuerzas. Carro longitudinal

FUENTE: El Autor.

(Pytel, y otros, 1994) Sugiere que para el cálculo de momento flexionante de una viga empotrada, la ecuación: $M_A = M_B = \frac{(\frac{P_{ct}}{2})L}{8}$, donde $P = \frac{P_{ct}}{2} = \frac{415{,}26N}{2} = 207{,}63\ N$

$$M_A = M_B = \frac{(207{,}63\ N)(2{,}86m)}{8}$$

$$\mathrm{M_{sl}} = 74{,}23\ Nm$$

d.3.5.13.2. Cálculo del momento de inercia. (I_{sl})

El momento de inercia se lo calcula a partir del momento flexionante.

$$\mathrm{I_{sl}} = \frac{\mathrm{M_{sl}}L^2}{192Ey}$$

$$\mathrm{I_{sl}} = \frac{(74{,}23)(2{,}86m)^2}{192(200000000000)(0{,}002)}$$

$$\mathrm{I_{sl}} = 7{,}91\ x10^{-9}\ m^4 = 0{,}791\ cm^4$$

d.3.5.13.3. Cálculo del módulo de sección.

$$S = \frac{M_{sl}}{\sigma}$$

$$S = \frac{74{,}23\ Nm}{240000000Pa}$$

$$S = 3{,}093\ x10^{-7}m^3 = 0{,}3093cm^3$$

Comparando el valor obtenido del módulo de sección con el del fabricante. Anexo 10. Se determina que la viga soporta las cargas a las que es sometida.

Módulo de sección determinado < Módulo de sección del fabricante. (DIPAC)

$$0{,}3093cm^3 < 1{,}25\ cm^3$$

d.3.5.14. Potencia del motor trasversal o motor 2

Con la fuerza de desplazamiento F_d la multiplicamos por la velocidad lineal definida anteriormente, con la que se desplazará el carro longitudinal. Se considera también un rendimiento mecánico de 0,85.

$$P_{dm2} = \frac{F_d V_L}{\eta}$$

$$P_{dm2} = \frac{(722{,}55\ N)(0{,}5\frac{m}{seg})}{0{,}85}$$

$$P_{dm2} = \frac{361{,}28\ W}{0{,}85}$$

$$P_{dm2} = 425{,}03\ W = 0{,}57\ HP$$

Para realizar el movimiento transversal se necesita un motor de 0,75HP.

d.3.5.15. Elección del motor 2.

Según la potencia requerida en el sistema para los movimientos realizados por el carro transversal, el motor seleccionado es el motorreductor MR19 cuya velocidad en rmp se la seleccionó en vista a las necesidades del mismo. Las especificaciones del motor seleccionado se muestran el en anexo 11. Donde se muestra la velocidad en rpm y el engranaje del motorreductor.

d.3.5.16. Cálculo del radio del piñón del motor 2

Cálculo de la velocidad angular

Rpm=60

$$w = \frac{n.2\pi rad}{60seg}$$

$$w = \frac{(60)(2\pi rad)}{60seg}$$

$$w = 6{,}2832\frac{rad}{seg}$$

Cálculo del radio de giro del piñón

$$R = \frac{V_L}{w}$$

$$R = \frac{0{,}5\ {}^{m}/_{seg}}{6{,}2832\,\frac{rad}{seg}}$$

$$R = 0{,}079\ m = 0{,}08m = 80cm$$

d.3.5.17. Potencia del motor longitudinal o motor 3(P_{dm3})

Para el cálculo de la fuerza de desplazamiento F_{dl} se suma la fuerza F_d más el peso del motor y peso de la estructura del carro longitudinal

d.3.5.17.1. Cálculo de la fuerza de desplazamiento longitudinal (F_{dl})

Necesitamos saber el peso de la estructura del carro longitudinal (P_{cl}) para sumar al peso total (P_{ct})

Cálculo del peso del carro longitudinal.

El carro longitudinal está diseñado con perfil tipo G, consta de:

4 tramos de 80 cm= 320cm
4 tramos de 44cm = 176cm
2 tramos de 286,2cm = 572,4cm
Total de perfil utilizado. 1068,4 cm = 10,684 m

Cálculo de la masa del perfil G.

En el anexo 8. Según tabla DIPAC, la masa del perfil es 1,53 Kg por unidad de metro.
Por tanto la masa de 10,684 m de perfil es $m_{ecl} = 16{,}35\ Kg$

Peso del perfil G

$$P_{ecl} = m_{cl} * g$$

$P_{ecl} = (16{,}35\ Kg)(9{,}81\ \frac{m}{seg^2})$

$P_{ecl} = 160.4\ N$

Cálculo del peso del carro longitudinal.

$\mathrm{P_{cl}} = P_{ecl} + P_{ct} + P_{m2}$

$\mathrm{P_{cl}} = 160.4\ N + 415{,}26\ N + 9{,}81\ N$

$\mathrm{P_{cl}} = 585{,}47\ N$

Cálculo de la fuerza de rozamiento. (F_{rl}).

$F_{rl} = P_{cl} U_e$

$F_{rl} = 585{,}47\ \mathrm{N}(0{,}74)$

$F_{rl} = 433{,}25\ N$

Entonces:

$F_{dl} = F_{rl} + \mathrm{P_{cl}}$

$F_{dl} = 433{,}25\ N + 585{,}47N$

$F_{dl} = 1018{,}72\ N$

Para el cálculo de la potencia del motor 3, la multiplicamos por la velocidad lineal definida anteriormente, con la fuerza que se desplazará el carro longitudinal (F_{dl}). Se considera también un rendimiento mecánico de 0,85.

$$P_{dm3} = \frac{F_{dl} V_L}{\eta}$$

$$P_{dm2} = \frac{(1018{,}72\ N)(0{,}5\frac{m}{seg})}{0{,}85}$$

$$P_{dm2} = \frac{509{,}36N}{0{,}85}$$

$P_{dm2} = 599{,}25W = 0{,}8\ HP$

Para realizar el movimiento longitudinal se necesita un motor de 1 HP.

d.3.5.18. Cálculo del radio del piñón motor 3

Cálculo de la velocidad angular

$$w = \frac{n.2\pi rad}{60seg}$$

$$w = \frac{(60)(2\pi rad)}{60seg}$$

$$w = 6{,}2832\,\frac{rad}{seg}$$

Cálculo del radio de giro del piñón

$$R = \frac{V_L}{w}$$

$$R = \frac{0{,}5\ {}^{m}/_{seg}}{6{,}2832\,\frac{rad}{seg}}$$

$$R = 0{,}079\,m = 0{,}08m = 80cm$$

d.3.5.19. Elección del motor 3.

Según la potencia requerida en el sistema para el traslado del carro longitudinal, el motor seleccionado es el motorreductor MR19 cuya velocidad en rmp se la seleccionó en vista a las necesidades del mismo. Las especificaciones del motor seleccionado se muestran el en anexo 11. Donde se muestra la velocidad en rpm y el engranaje del motorreductor.

d.3.5.20. Cálculo de la viga de soporte del carro longitudinal.

d.3.5.20.1. Cálculo del momento flector(M_e).

Para el cálculo de la viga de soporte consideramos el peso total (P_{cl}), que es la carga que va a soportar el carro longitudinal, se lo divide para 2 porque se analizará un lado de la estructura. El peso se ubica en la mitad por ser lugar más crítico sonde tiene que soportar la estructura. Como se muestra en la Figura 63.

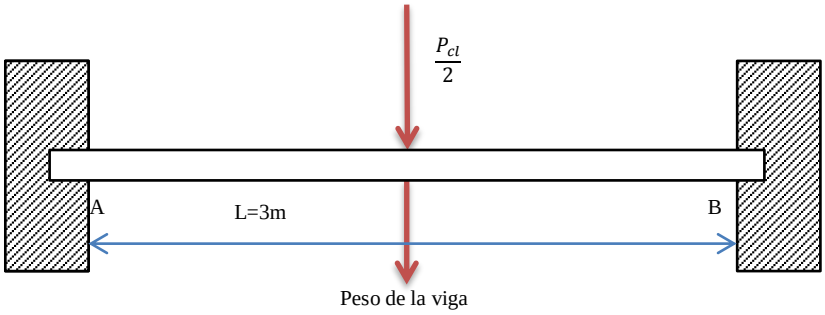


Figura 63. Diagrama de fuerzas. Viga estructura.

FUENTE: El Autor.

(Pytel, y otros, 1994) Sugiere que para el cálculo de momento flexionante de una viga empotrada, la ecuación: $M_A = M_B = \frac{(\frac{P_{cl}}{2})L}{8}$, donde P=$\frac{P_{cl}}{2} = \frac{585{,}47N}{2} = 292{,}74\ N$

$$M_A = M_B = \frac{(292{,}74\ N)(3m)}{8} = M_e$$

$$\mathrm{M}_e = 109{,}78Nm$$

d.3.5.20.2. Cálculo del momento de inercia. (I_{se})

El momento de inercia se lo calcula a partir del momento flexionante.

$$\mathrm{I_{se}} = \frac{\mathrm{M_{sl}}L^2}{192Ey}$$

$$\mathrm{I_{se}} = \frac{(109{,}78\ Nm)(3)^2}{192(200000000000)(0{,}002)}$$

$$\mathrm{I_{se}} = 1{,}287\ x10^{-8}\ m^4 = 1{,}287\ cm^4$$

d.3.5.20.3. Cálculo del módulo de sección.

$$S = \frac{M_e}{\sigma}$$

$$S = \frac{109{,}78\ Nm}{240000000Pa}$$

$$S = 4{,}57\ x10^{-7}m^3 = 0{,}457\ cm^3$$

Comparando el valor obtenido del módulo de sección con el del fabricante. Anexo 8.
Se determina que la viga soporta las cargas a las que es sometida.

Módulo de sección determinado < Módulo de sección del fabricante. (DIPAC)

$$0{,}457\ cm^3 < 1{,}25\ cm^3$$

d.3.5.21. Seleccionar el actuador lineal

Para seleccionar el actuador se considera la fuerza total, y fuerzas de rozamiento que va a levantar el actuador. En la Tabla 10, se selecciona la fuerza mayor ya calculada. $F_{asc} = 179{,}88\ N$ Multiplicada por los dos lados que esta sostenido el recolector quedaría:

$F_{ac} = 179{,}88\ N * 2$

$F_{ac} = 359{,}76\ N$

De los actuadores comerciales que tenemos al alcance se selecciona el actuador. En el anexo 5 Actuador MGZ se escoge:

Actuador por transmisión por correa dentara, disposición en paralelo. Modelo M501-F20, carga máxima 5KN

d.3.5.22. Cálculos para la elección del cojinete en el carro longitudinal.

Peso de todo el carro longitudinal: $443{,}31\ N = fuerza\ radial$

Fuerza de desplazamiento del carro transversal: $F_d = 722{,}55\ N = fuerza\ axial$

$$F_r = \frac{443{,}31\ N}{4} = 110{,}83\ N$$

$$F_{ax} = \frac{722{,}55\ N}{4} = 180{,}64\ N$$

$Fuerza\ combinada\ carga\ equivalente.$

$Fc = XF_r + YF_{ax}$

$Fc = (0{,}56)(110{,}83\ N) + (1{,}642)(180{,}64\ N)$

$Fc = 358{,}68\ N$

Los valores de X y Y. anexo 9 rodamientos 6201

Según la carga combinada se procedió elegir los rodamientos 6201 rígido de bolas de una hilera.

d.3.5.22.1. Cálculo de la vida nominal del rodamiento.

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_o}\right)^P$$

$$L_{10} = \left(\frac{6100}{358{,}68}\right)^3 x\ 10^6$$

$$L_{10} = 4919\ x\ 10^6\ revoluciones$$

$$L_{h10} = \frac{L_{10}}{n.60}$$

$$L_{h10} = \frac{4919\ x\ 10^6\ rev}{(60)60}$$

$$L_{h10} = 1{,}366\ x\ 10^6\ horas$$

$$L_{h10} = 156\ años$$

d.3.5.23. Cálculos para la elección del cojinete en el carro transversal.

En carro transversal los rodamientos solo se someten a cargas radiales y no fuerza axial. Por tanto la fuerza o carga radial es el peso de los elementos $P_{ct} = 415{,}26\ N$

Según la carga procedió elegir los rodamientos 6201 rígido de bolas de una hilera.

d.3.5.23.1. Cálculo de la vida nominal del rodamiento.

$$P_o = P_{ct}$$

$$L_{10} = \left(\frac{C_r}{P_o}\right)^P$$

$$L_{10} = \left(\frac{6100}{415{,}26}\right)^3 x\ 10^6$$

$$L_{10} = 3169{,}78\ x\ 10^6\ revoluciones$$

$$L_{h10} = \frac{L_{10}}{n.60}$$

$$L_{h10} = \frac{3169{,}78\ x\ 10^6\ rev}{(60)60}$$

$$L_{h10} = 0{,}88\ x\ 10^6\ horas$$

$$L_{h10} = 100\ años$$

d.4. CAPÍTULO IV: Automatización del proceso de clasificación

Para el funcionamiento del sistema automático de clasificación de alevines se plantea un mando automático y un manual, el cual se seleccionará a través del IPC (selector de 2 posiciones), cuando se escoja cualquiera de los 2 sistemas se encenderá las luces piloto indicando el sistema inicia el proceso de clasificación.

d.4.1. Sistema de mando automático

Una vez diseñado las partes y la estructura del proceso de clasificación de alevines en capitulo anterior, se define las partes que se va a automatizar:

- Recolector (recolección de alevines)
- Ascenso y descenso del recolector
- Carro transversal
- Carro longitudinal

Para hacer este proceso automático se selecciona el LOGO PLC, 110 Voltios monofásico, que se adapta de forma eficiente a las necesidades que tiene nuestro proyecto.

d.4.1.1. Programación en PLC

La programación del PLC, se la realiza en el software LOGO! SIEMENS.

d.4.1.1.1. Condiciones de trabajo

- El recolector debe estar exclusivamente sobre la clasificadora, que a la vez será la posición de inicio de cada ciclo; en caso de no encontrarse en dicha posición

se lo deberá ubicar mediante mando manual. Activando las entradas de finales de carrera (I3, I8,I9,11)

- La bomba (Q1) debe encenderse para que pueda dar inicio al proceso automático y estar en funcionamiento durante todo el ciclo de recolección.
- La entrada (I12) parada de emergencia, permanecerá cerrada para ser abierta en cualquier emergencia, deteniendo todo el proceso.
- Los fines de carrera de desbordamiento se instalarán en paralelo con el principal para prevenir cualquier desborde.
- Un selector de dos posiciones indicará en que estanque se realiza el proceso de recolección, si se activa del estanque 1 se desactiva el proceso de recolección en el estanque 2 y viceversa.

d.4.1.1.2. Definición de entradas y salidas

En las entradas se considera también fines de carrera de desbordamiento en los movimientos longitudinal, transversal, ascenso y descenso conectados en paralelo, para seguridad del sistema.

ENTRADAS

La Tabla 12 se define las entradas y salidas con su respectiva nomenclatura para la programación.

Tabla 12. Nomenclatura, entradas de PLC

Descripción	Nomenclatura	Entrada PLC
Pulsador de encendido	(IPC)	I1
Encendido de bomba de clasificadora	(EB)	I2
Fin de carrera de movimiento longitudinal	(FCL2)	I3
Fin de carrera de desbordamiento en el movimiento longitudinal 2	(FCLD2)	
Fin de carrera de movimiento longitudinal estanque 1	(FCEE1)	I4
Fin de carrera de movimiento longitudinal estanque 2	(FCEE2)	
Fin de carrera de desbordamiento en el movimiento longitudinal 1	(FCEE1)	
Fin de carrera de movimiento transversal 1	(FCT1)	I5
Fin de carrera de desbordamiento en el movimiento transversal 1	(FCTD1)	
Fin de carrera de movimiento transversal 2	(FCT2)	I6
Fin de carrera de desbordamiento en el movimiento transversal 2	(FCTD2)	
Fin de carrera de apertura de recolector	(FCR1)	I7
Fin de carrera de desbordamiento del recolector 1	(FCRD1)	
Fin de carrera de cierre de recolector	(FCR2)	I8
Fin de carrera de desbordamiento del recolector 2	(FCRD2)	
Fin de carrera para ubicación del recolector	(FCUR)	I9
Fin de carrera de recolector abajo	(FCA1)	IA
Fin de carrera de recolector arriba	(FCA2)	IB
Parada de Emergencia 1	(PE1)	IC
Parada de emergencia 2	(PE2)	

FUENTE: El Autor, definición de entradas PLC

De la Tabla 12, la entrada I4, es un selector dos posiciones que escoge entre (FCEE1) y (FCEE2), el estanque en el que va a trabajar el recolector, (FCEE1) es un fin de carrera de desbordamiento.

SALIDAS

La Tabla 13, muestra la nomenclatura de las salidas del PLC:

Tabla 13. Nomenclatura, salidas de PLC

Descripción	Nomenclatura	Entrada PLC
Accionamiento de la bomba	(B)	Q1
Traslado del carro longitudinal	(TCL)	Q2
Regreso del carro longitudinal	(RCL)	Q3
Traslado del carro transversal	(TCT)	Q4
Regreso del carro transversal	(RCT)	Q5
Apertura de recolector	(ApR)	Q6
Cierre del recolector	(CR)	Q11
Descenso del recolector	(DR)	Q12
Ascenso del recolector	(AsR)	Q13

FUENTE: El Autor, definición de entradas PLC

d.4.1.1.3. Funcionamiento del proceso automático

El proceso inicia con la selección de proceso automático, con el selector de dos posiciones (IPC)

- Se activa pulsador (I2) y se enciende la bomba, permitiendo el funcionamiento del resto del proceso de clasificación.
- Se activa el pulsador (I1) activa el traslado del carro longitudinal (Q2), desplazándose hacia los estanques donde se va a realizar la recolección de alevines, por ende se desactiva (I3)
- Se activa (I4) con los fines de carrera (FCEE1) o (FCEE2), se detiene el movimiento del carro longitudinal (Q2). Se detiene sobre el estanque seleccionado. Los fines de carrera son previamente seleccionados con el selector de posición de estanque de recolección (SPEC).

- Se activa (Q4) movimiento del carro transversal desactivando (I9) ubicación de recolector. El recolector se traslada hacia la izquierda.
- (Q4) se detiene cuando se activa (I5) fin de carrera movimiento transversal.
- Se activa (Q6) apertura del recolector desactivando (I8) fin de carrera de cierre del recolector. Se abre el recolector para recoger los alevines.
- (Q6) se detiene cuando se activa (I7) fin de carrera de apertura del recolector. Y activa (Q12) descenso del recolector desactivando (IB) fin de carrera de recolector arriba.
- (Q12) se detiene cuando se activa (IA) fin de carrea de recolector abajo. Y activa (Q5) regreso del carro transversal desactivando (I5) fin de carrera de movimiento transversal 1. Recogiendo los alevines de trucha del estanque seleccionado.
- (Q5) se detiene cuando se activa (I6) fin de carrera movimiento transversal 2. Y activa (Q11) cierre del recolector desactivando (I7) fin de carrera de apertura del recolector. Cierra el recolector con los alevines ya recogidos del estanque.
- (Q11) se desactiva cuando se activa (I8) fin de carrera de cierre del recolector. Y activa (Q13) ascenso del recolector desactivando (IA) fin de carrera del recolector abajo. Sube el recolector.
- (Q13) se desactiva cuando se activa (IB) fin de carrera de recolector arriba. Y activa (Q4) traslado del carro transversal desactivando (I6) fin de carrera de movimiento transversal 2. Se traslada el recolector hacia el centro del carro transversal.
- (Q4) se desactiva cuando se activa (I9) fin de carrera de ubicación del recolector. Y activa (Q3) regreso del carro longitudinal desactivando (I4) fin de carrera de movimiento longitudinal. Se traslada el recolector hacia la clasificadora de alevines.
- (Q3) se desactiva cuando se activa (I3) fin de carrera de movimiento longitudinal. Y activa (Q6) Apertura del recolector desactivando (I8) fin de carrera de cierre del recolector. Se abre el recolector sobre la clasificadora de alevines.

- (Q6) se desactiva cuando se activa (I7) fin de carrera de apertura del recolector. Y activa (Q11) desactivando (I7) fin de carrera de apertura del recolector. Cierra el recolector y lo desplaza a su posición inicial.
- (Q11) se desactiva cuando se activa (I8) fin de carrera de cierre del recolector. Y activa (Q2) empezando otro ciclo de recolección.

La programación se la realiza en el software propio del PLC, se la hace en bloques y se muestra en el anexo 6.

d.4.2. Sistema de mando manual

El sistema de mando manual se selecciona con el selector de posición (IPC) y activa el sistema para que el proceso de clasificación sea controlado en forma manual a criterio del operador.

La Tabla 14 muestra la descripción y nomenclatura de los selectores de posición utilizados para el operar el sistema de mando manual.

Tabla 14. Nomenclatura mando manual.

Descripción	Nomenclatura
Pulsador encendido bomba	SB
Selección de abrir o cerrar recolector	SM1
Movimiento de izquierda o derecha movimiento transversal	SM2
Movimiento longitudinal	SM3
Movimiento ascendente o descendente del actuadores lineales	SAL

FUENTE: El Autor, definición de entradas PLC

d.4.2.1.1. Funcionamiento del proceso manual

El proceso inicia con la selección de proceso automático, con el selector de dos posiciones (IPC)

- El activa el pulsador SB, y permite el funcionamiento del resto del proceso de clasificación.
- Con el selector de posición SM3, se mueve el carro longitudinal hacia el estanque que se desea realizar la clasificación.
- Con el selector de posición SM2, se mueve el carro transversal hacia la izquierda del estanque.
- Con el selector de posición SM1 se abre el recolector.
- Con el selector de posición SAL se desciende el recolector.
- Se traslada el recolector hacia la derecha del estanque con SM2, recogiendo en este paso los alevines de trucha.
- Se cierra el recolector con SM1.
- Se eleva el recolector con el selector SAL.
- Se ubica en el centro con el selector SM2
- Se ubica el recolector sobre la clasificadora con SM3.
- Con SM1 se abre el recolector para el vaciado de los alevines en la clasificadora.
- Con SM1 se cierra el recolector y se termina el proceso.

Los selectores SM1, SM2, SM3 y SAL son de tres posiciones para poder accionar los motores ambos sentidos de giro y hacer el movimiento de giro que corresponda.

El diagrama de mando manual y automático se muestra en el anexo 7.

d.4.3. Sistema de fuerza

El sistema de fuerza tiene:

1 Contactor para accionamiento de la bomba
2 contactores para control de giro de motor 1 SM1
2 contactores para control de giro de motor 2 SM2
2 contactores para control de giro de motor 3 SM3
4 contactores para el control de los dos actuadores lineales Ma1 y Ma2

Todo el sistema tiene instalado relés de protección en caso de sobre carga.

La selecciona de los contactores se la hace de acuerdo a la capacidad de cada motor. La Tabla 15, a continuación detalla la los contactores seleccionados.

Tabla 15. Selección de contactores

Motor	Cantidad contactores
SM1	2
SM2	2
SM3	2
B	1
Ma1	2
Ma2	3

FUENTE: El Autor, definición de entradas PLC

En la Figura 64, se muestra las conexiones para inversión de giro y activacion de los motores que se va a utilizar en el proceso de clasificación de alevines de trucha.

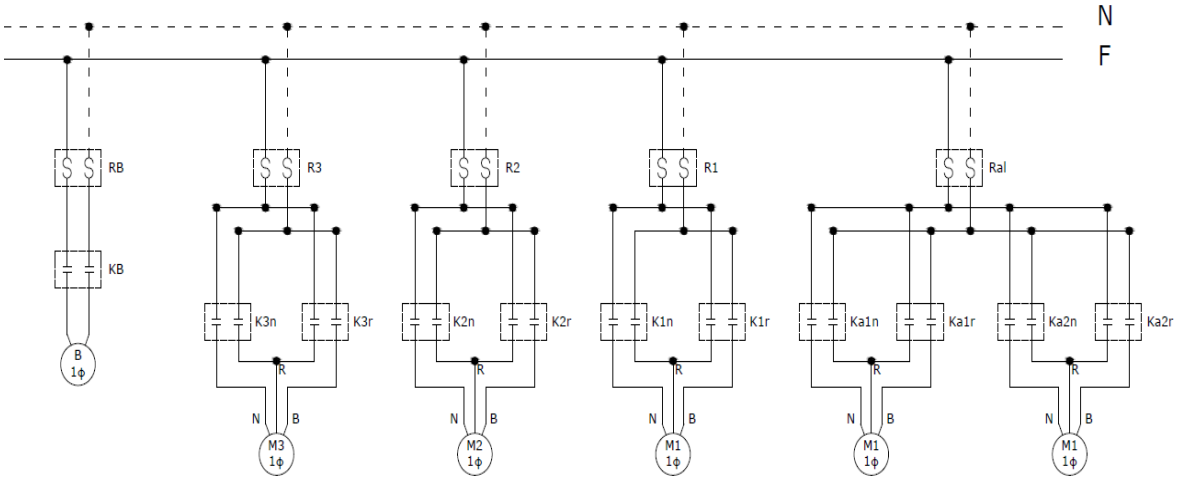


Figura 64. Diagrama de fuerza

FUENTE: El Autor.

d.4.4. Simulación del proceso

El proceso de recolección de alevines esta simulado con la ayuda del software Autodesk Inventor Professional.

En la simulación se evidencia que la estructura, cadenas, rodamientos soportan todas las cargas a la que es sometida y realiza correctamente el movimiento para el que fue diseñado.

En el capítulo d.3.3.1. Características de la propuesta de clasificación, se describe el ciclo completo de recolección de alevines de trucha. Este ciclo se muestra en la siguiente serie de imágenes sacadas de la simulación del proceso de recolección.

Posición de inicio del ciclo.

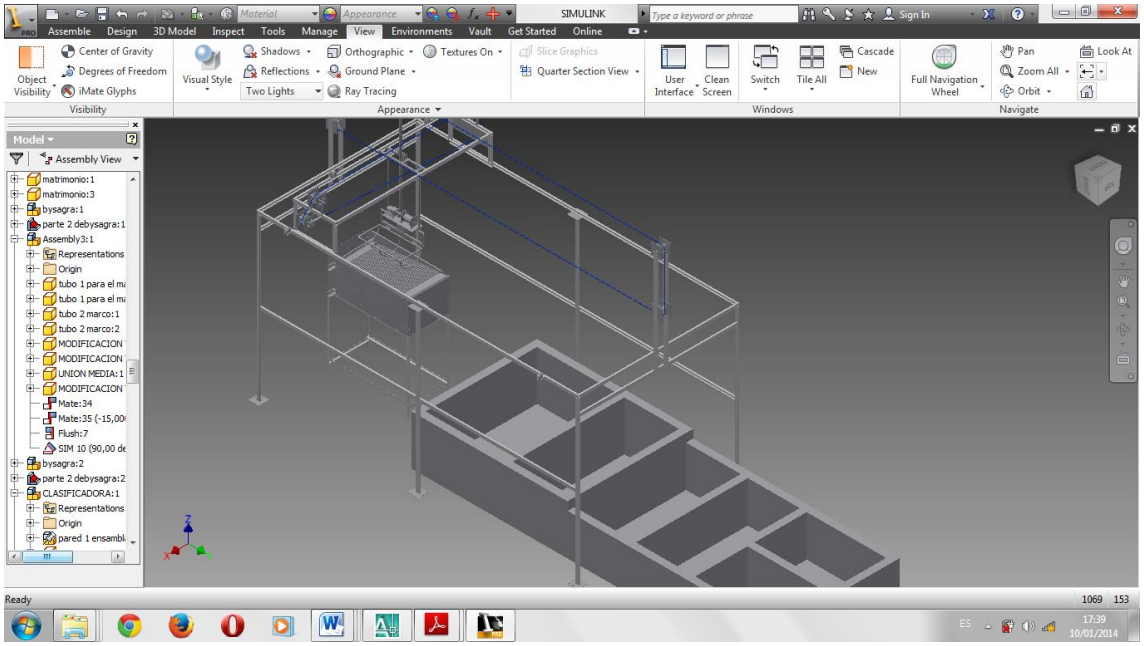


Figura 65. Inicio del proceso. Recolector en posición inicial.

FUENTE: El Autor.

Paso 1: Traslado del recolector..

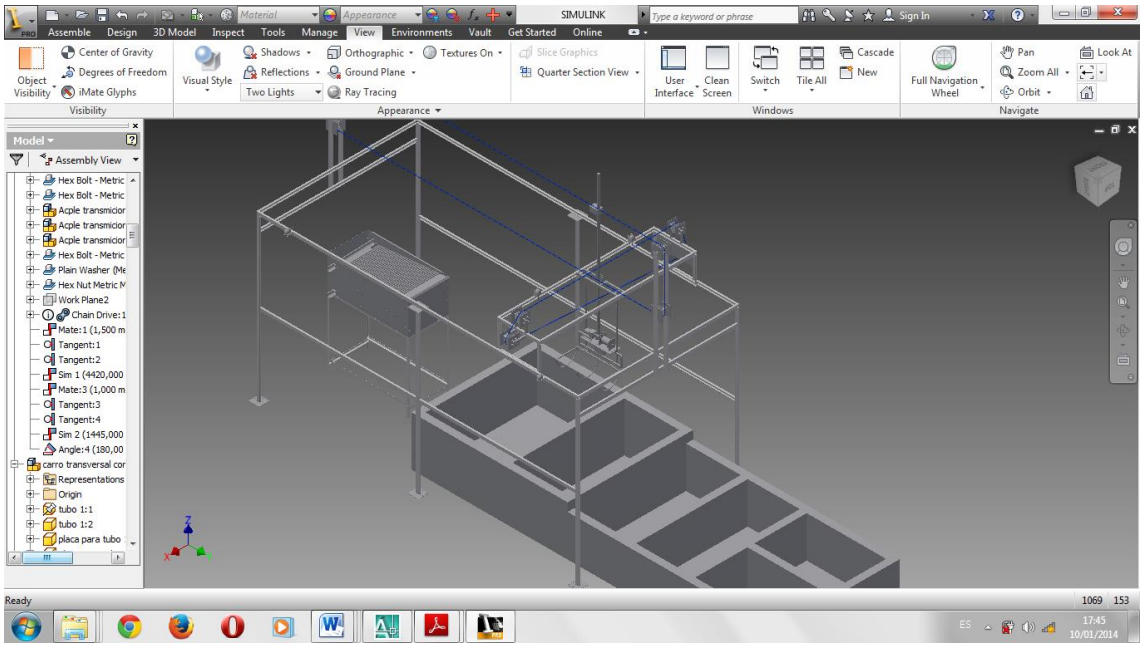


Figura 66. Traslado del recolector hacia el estanque respectivo.

FUENTE: El Autor.

Paso 2: Ubicación del recolector.

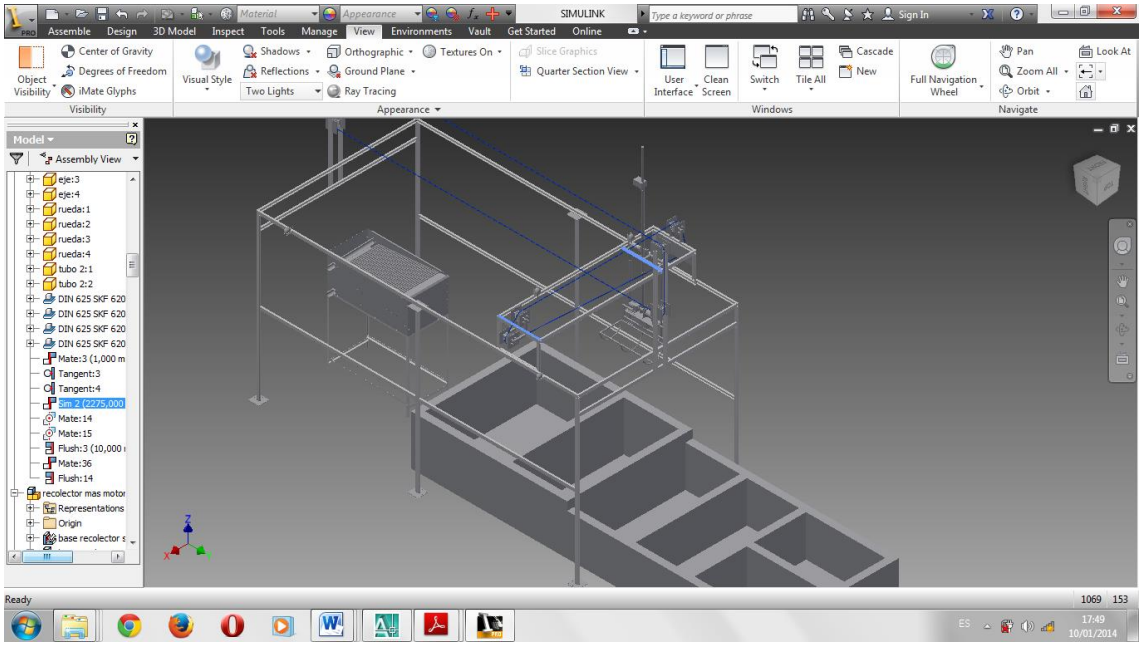


Figura 67. Traslado del recolector hacia el lado izquierdo.

FUENTE: El Autor.

Paso 3: apertura del recolector.

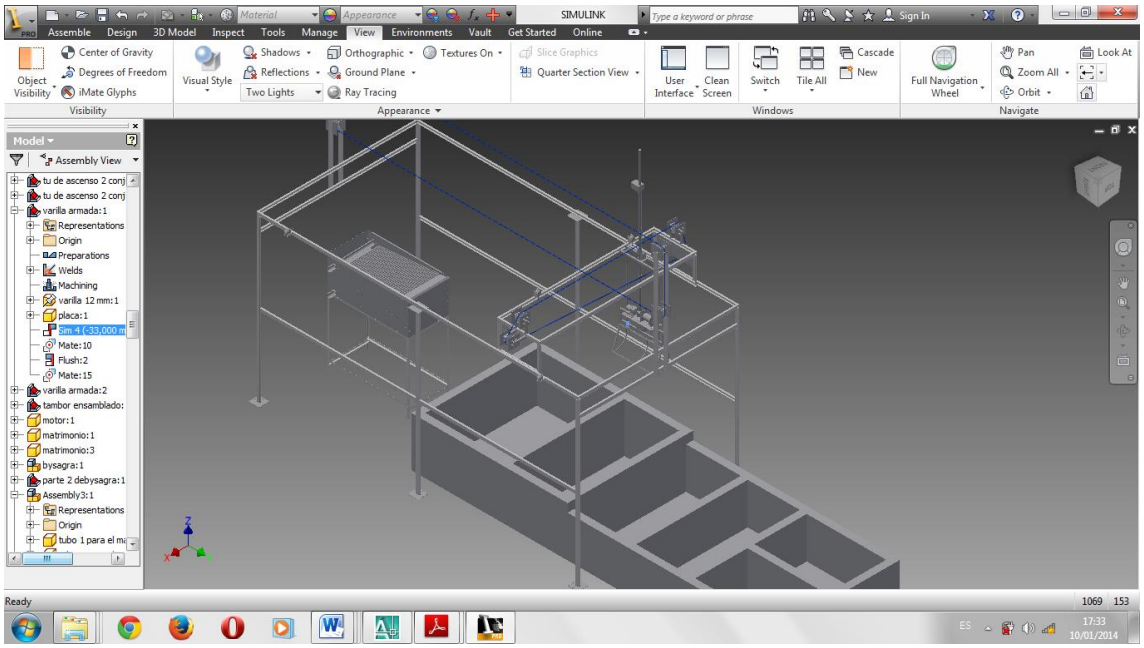


Figura 68. Apertura del recolector.

FUENTE: El Autor.

Paso 4: Ingreso del recolector.

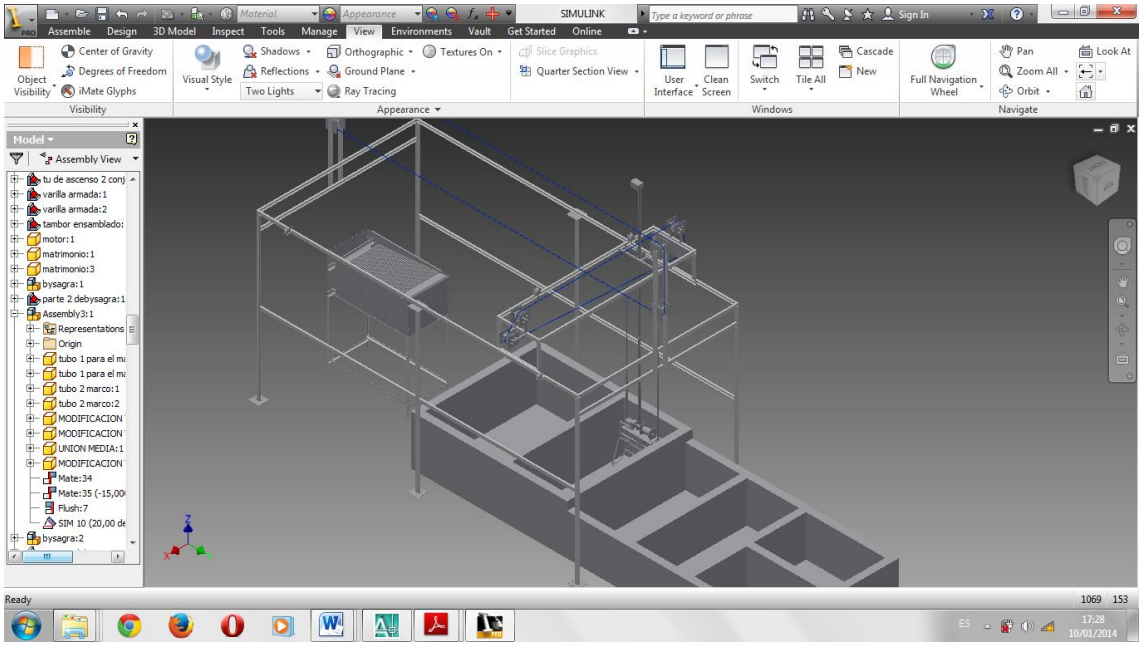


Figura 69. Descenso del recolector.

FUENTE: El Autor.

Pasos 5 y 6: Traslado de recolección y cierre del recolector.

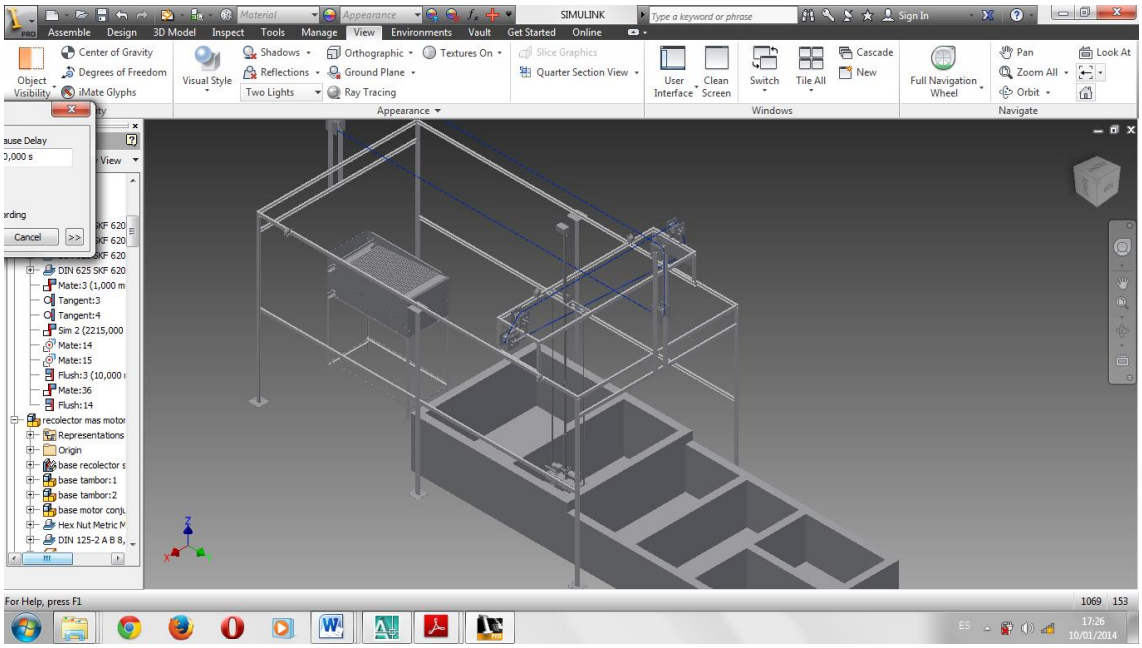


Figura 70. Recolección de los alevines, traslado del recolector a la derecha y cierre del recolector.

FUENTE: El Autor.

Paso 7: Retiro del recolector.

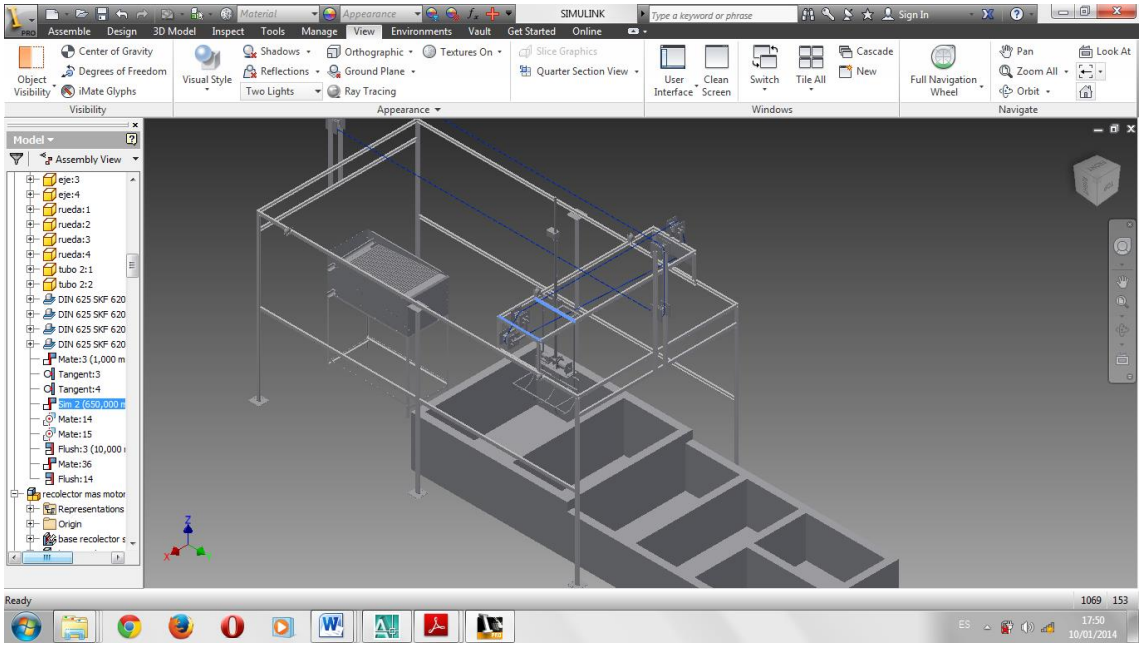


Figura 71. Ascenso del recolector.

FUENTE: El Autor.

Paso 8: Ubicación del recolector.

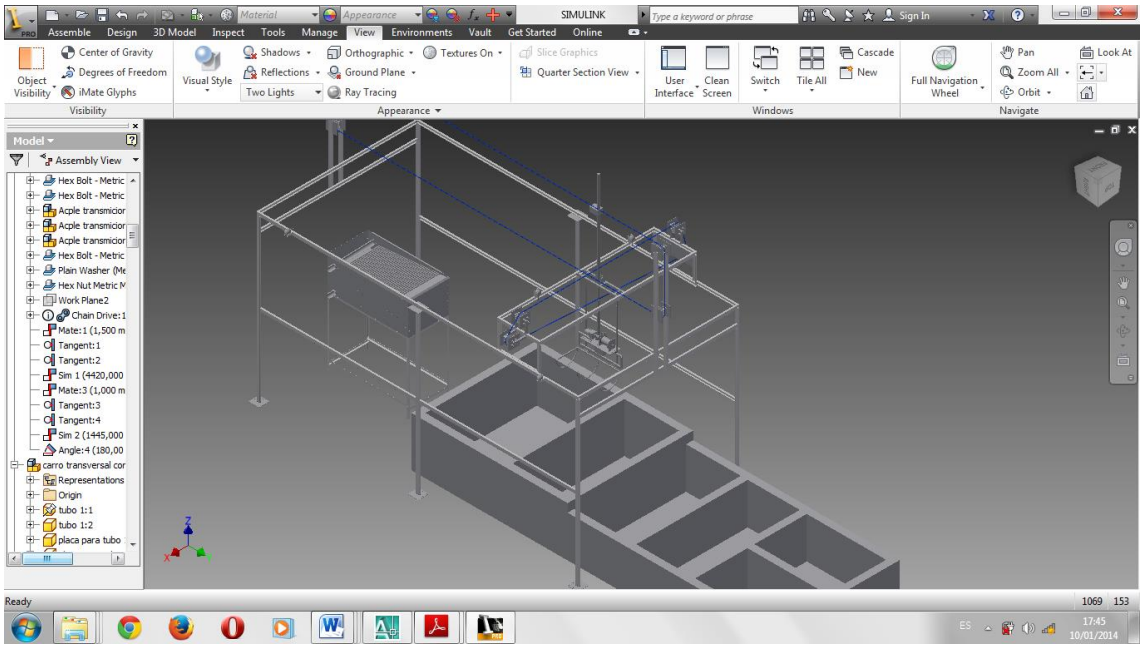


Figura 72. Ubicación del recolector en el centro del carro longitudinal.

FUENTE: El Autor.

Paso 9: Retorno del recolector.

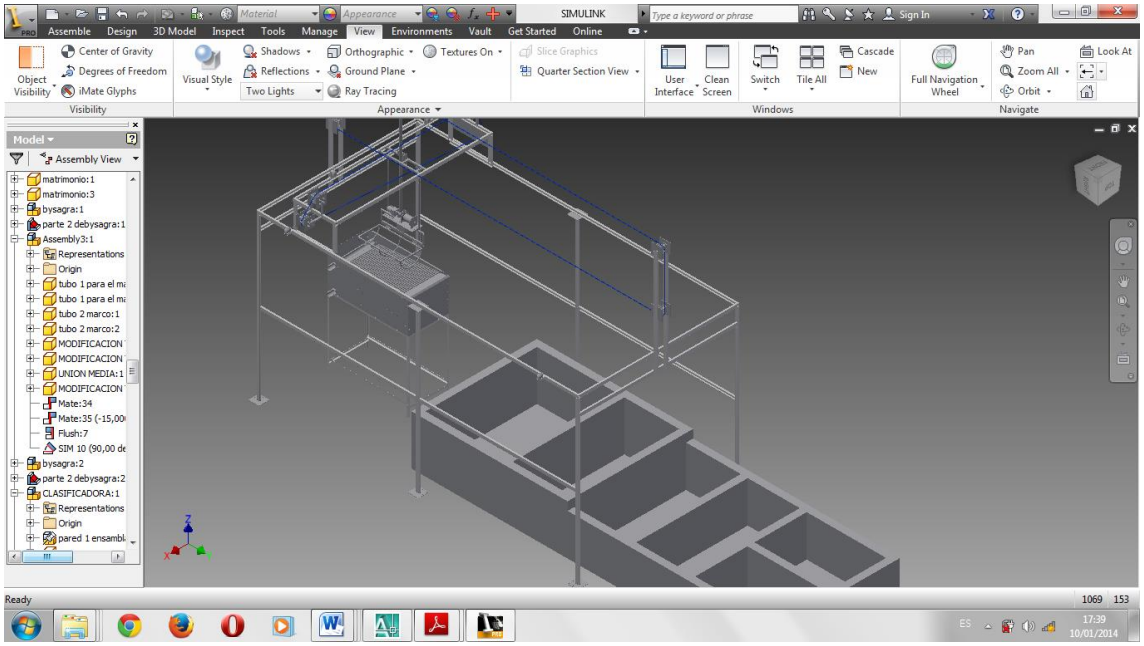


Figura 73. Retorno del carro longitudinal, recolector sobre la clasificadora.

FUENTE: El Autor.

Paso 10: Ubicación de los alevines en la clasificadora.

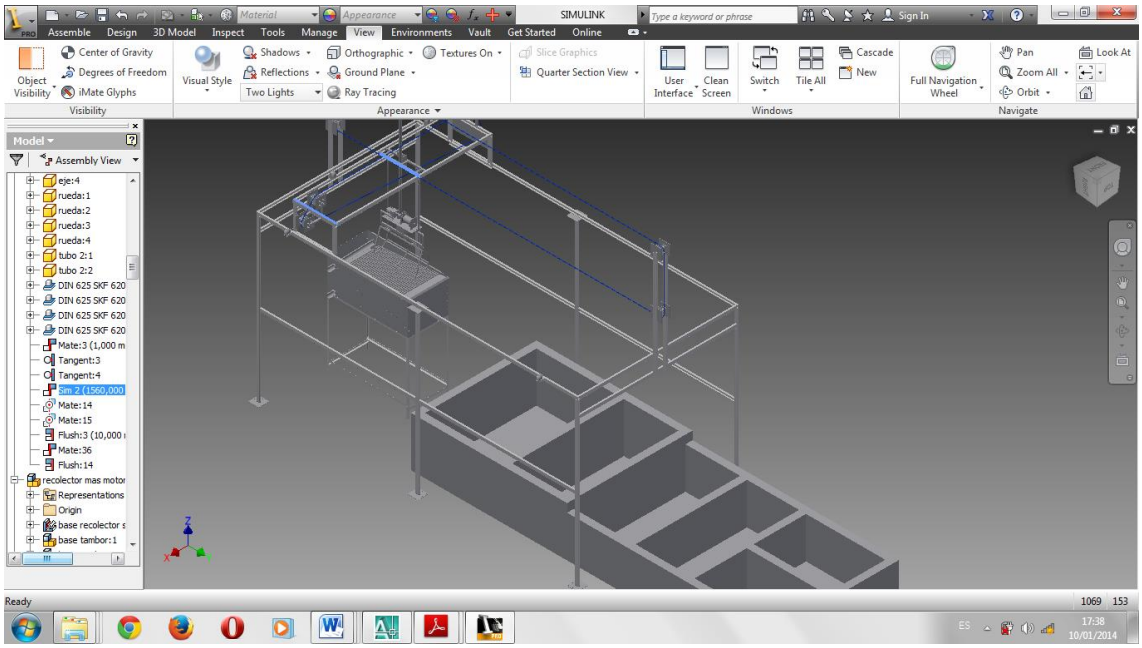


Figura 74. Apertura del recolector, Vaciado de los alevines en la clasificadora.

FUENTE: El Autor.

Paso 11: Fin del ciclo.

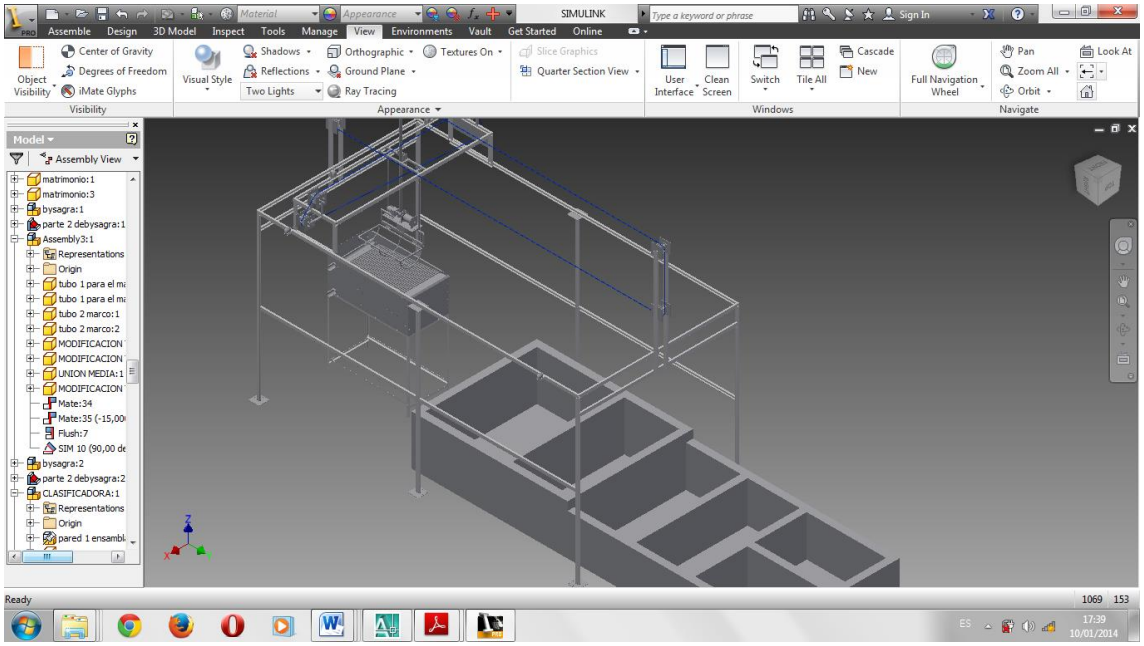


Figura 75. Cierre del recolector y fin del ciclo de recolección.

FUENTE: El Autor.

e. MATERIALES Y MÉTODOS.

e.1. Materiales

Los materiales para el desarrollo del proceso investigativo, están detallados a continuación.

e.1.1. Materiales de oficina

Computadora

Calculadora

Impresora

Hojas de papel bond

Bolígrafos

e.1.2. Material tecnológico

Microsoft Word

Power Point

AutoCAD

Inventor professional

Mathcad

Xlogic-Soft

e.2. Métodos

Método analítico: Con ayuda de este método se pudo investigar sistemas relacionados con el presente proyecto de tesis, analizando sus partes constitutivas y sus respectivas funciones para de esta forma tener conocimiento de cómo debía estar compuesto el sistema de clasificación de alevines de trucha del presente proyecto de tesis.

Método sintético: Una vez analizados los sistemas, se procede a realizar una síntesis de toda la información antes mencionada, la misma que sirvió como fuente de consulta para la parte de diseño del sistema.

Método experimental: A través de este método se pudo concluir sobre cómo sería la dinámica funcional del proceso semiautomático.

Método inductivo: Por este método fue posible analizar el funcionamiento de cada uno de los componentes del sistema basado en sus principios funcionales básicos

Método deductivo: Se utilizó para el diseño de los diferentes componentes ya que se partió desde nociones generales del posible funcionamiento, hasta llegar a cada una de las partes que conformaran al sistema.

El proceso metodológico del proyecto se desarrolló partiendo desde la interrogante de ¿cuáles son las unidades de análisis más importantes?, las mismas que las resumo a continuación.

- Sistema de clasificación de alevines.
- Mecanismos de accionamiento para movilización de los carros (longitudinal y transversal) en el sistema existente.
- Fuentes motrices de potencia utilizadas para la movilización de los carros (longitudinal y transversal).
- Seguridades en el proceso tecnológico.
- Características de trabajo del sistema existente en el lugar.
- Sistemas y procesos de automatización.
- Fuentes bibliográficas y de consulta sobre estudios similares o pertinentes al tema.

Luego se determina cuáles son los posibles problemas de la investigación, los cuales se resumen en la siguiente lista.

- La falta de un diseño de un sistema semiautomático de clasificación de alevines en nuestro medio
- La escasa información técnica sobre el proceso de clasificación de alevines de trucha.

- Las condiciones de precisión y exactitud requerida para el nuevo proceso
- Optimizar el proceso requerido

Conocidas las unidades de análisis y los posibles problemas, trabajo de manera sistemática con la siguiente metodología.

- Revisión general del método de clasificación actual.
- Esquematización y caracterización de todos los componentes existentes del sistema antes mencionado.
- Organización de la información adquirida.
- Búsqueda de información sobre sistemas actuales de clasificación de alevines.
- Deducción de cuál es el sistema adecuado para la nueva propuesta de clasificación.
- Selección general de los componentes que debe tener el nuevo sistema.

Caracterización general del nuevo sistema.

- Diseño de un sistema apropiado al medio donde se lo implementará.
- Dimensionamiento de los componentes y accesorios del sistema diseñado para su correcto funcionamiento (sistema eléctrico, sistema mecánico, sistema de control etc.).
- Diseño y simulación de las partes mecánicas finitas en software xLogicsoft e Inventor professional del nuevo sistema de clasificación.

Socialización de los resultados obtenidos.

El proceso metodológico detallado anteriormente está basado en los métodos científicos de orden teórico-práctico, como la observación sistemática, medición, entrevista, deducción, análisis y síntesis entre otros, esto debido a los múltiples campos que implica el presente estudio.

Con toda la información sobre el tema de estudio fue procesada de la siguiente forma:

Observaciones realizadas, luego de redactadas y organizadas fueron llevadas a documento digital, siendo analizadas y categorizadas para su uso en las diferentes etapas de diseño.

Información de consultas, entrevistas, fueron recopiladas, organizadas, analizadas y resumidas, para su posterior digitalización y uso en las diferentes etapas de la investigación.

f. RESULTADOS.

- ✓ El número máximo de alevines en los estanques a clasificar es de 20000 alevines.

- ✓ El número obtenido para la muestra mediante la Ec. 5 es de 237 alevines a los cuales se procedió a medir y pesar.

- ✓ Para el diseño del recolector creí conveniente que sea de una figura semicilíndrica para facilitar la recolección y vaciado de los alevines y sus dimensiones son: 80 cm de largo y 20 cm de radio.

- ✓ El número aproximado a ser recogidos por el recolector es de 198 alevines en cada proceso.

- ✓ Peso de los alevines (P_{al}), es de 3,83 N

- ✓ Peso total del recolector ($\mathrm{P_r}$), (peso de los alevines más el peso de la estructura metálica del recolector) es de 73,06 N

- ✓ Potencia necesaria del motor 1 (P_{M1}) = 0,0385 HP

- ✓ Peso a levantar por los actuadores lineales ($\mathrm{P_{ac}}$) = 88,55 N

- ✓ El diámetro mínimo permisible de la varilla VRL 12 es de 9,18 mm

- ✓ El momento máximo flexionante del carro trasversal ($\mathrm{M_{sr}}$) es de 19,73 Nm

- ✓ El diámetro del piñón del motor 2 es de 0,16 m

- ✓ El momento flector del carro longitudinal ($\mathrm{M_{sl}}$) es de 74,23 Nm

- ✓ La potencia del motor 2 necesaria es (P_{dm2}), es de 0,57 HP

- ✓ La potencia del motor 3 ($\mathrm{P_{dm3}}$) es de 0,8 HP

g. DISCUSIÓN

g.1 Análisis de resultados

El proyecto se trata básicamente de remplazar la clasificación manual, por un sistema semiautomático de clasificación el cual utiliza como fuente principal de funcionamiento moto-reductores. De esta manera el proyecto será un gran aporte para las líneas de investigación de la Universidad Nacional de Loja, la misma que desde algún tiempo atrás ha realizado un gran esfuerzo en el campo de la investigación.

En cuanto a los beneficiarios del proyecto están los dueños del lugar, que con la implementación del sistema semiautomático de clasificación podrán realizar la clasificación de una forma más eficiente y con más facilidad, dicho sistema será operado por una sola persona ahorrando tiempo y dinero, beneficiando así a toda la colectividad que se dedica a cultivar de trucha.

El proyecto es factible por el nivel de actualidad que posee ya que se encamina a convertirse en una importante opción a la hora de dar solución a los diferentes problemas que se presentan en el proceso de clasificación de alevines de trucha, lo que significa mucho para la Universidad, vinculándola directamente con la sociedad y ofreciendo mejoras en su calidad de vida y dando nuevas opciones a la gente.

El éxito del presente trabajo es el resultado de una serie de procedimientos, y técnicas que se desarrollaron de forma ordenada y planificada, los mismos que se exponen en este documento de manera muy concreta para lograr un fácil entendimiento de los lectores que hagan uso del mismo.

Una vez diseñado y simulado el sistema semiautomático de clasificación de alevines, se logró estimar un tiempo para toda la clasificación mucho más reducido al tiempo de clasificación manual, con una mayor eficiencia. Mejorando de esta manera el trabajo de los operarios.

Los diferentes elementos que nos sirven para poder realizar el trabajo de traslado y clasificación, fueron dimensionados de tal manera que hacen factible el proceso para el cual fueron diseñados, cumpliendo cada uno de ellos su función de manera eficiente.

Las dimensiones totales de la estructura son de 6 m de largo y 3 m de ancho, cuyas medidas están adecuadas al sistema diseñado, la misma que permitirá trasladar los alevines más el peso del recolector en cada proceso de recolección.

El número de ciclos de clasificado se lo determinará mediante el espacio recorrido del recolector y la velocidad de traslado del mismo.

Para realizar cada uno de los diferentes movimientos de traslado del recolector se implementará tres motores trifásicos, y la potencia de cada uno es:

Motor 1 = $0{,}0385\ HP$
Motor 2 = 0,75HP
Motor 3 = 1HP

Estos motores transmitirán energía mecánica a cada uno de los carros (transversal y longitudinal) y recolector, de una transmisión por cadena y en el caso del motor 1 mediante cable de acero para abrir y cerrar el recolector.

Los alevines después de ser colocados en la máquina clasificadora se irán clasificando y cada tamaño quedará en un nivel diferente. Luego mediante tubos pvc serán transportados a su estanque respectivo.

g.2 Comprobación de hipótesis

Hipótesis 1.- "El análisis permitirá a los estudiantes del Área de la Energía las Industrias y los recursos Naturales no Renovables, tener una visión real de las necesidades en la parroquia "San Lucas" del Cantón Loja."

Esta hipótesis es cien por ciento afirmativa ya que luego de un estudio técnico de las necesidades en dicha parroquia, el proceso tecnológico que se diseñó es el adecuado y cumple de manera eficiente con los requerimientos del sector.

Hipótesis 2.- "Al establecer un diseño adecuado del sistema de clasificación de alevines de trucha tendrá un óptimo funcionamiento."

Esta hipótesis es afirmativa ya que el sistema semiautomático seleccionado para el proceso tecnológico de clasificación de alevines, cumple de manera eficiente con las condiciones de trabajo a las cuales se sometió el proceso tecnológico en su funcionamiento.

Hipótesis 3.- "Al realizar la simulación del proceso de clasificado semiautomático se logrará obtener el funcionamiento requerido y adecuado del sistema."

Esta hipótesis es afirmativa ya que al realizar la simulación del proceso de semi-automatización en el software Logo! siemens, este no presentó ninguna falla durante su funcionamiento, logrando asi cumplir con todas las condiciones de trabajo a las cuales se sometió el sistema.

Si analizamos de una manera generalizada comprobamos que las hipótesis planteadas fueron afirmativas lo que nos lleva a la conclusión de que tanto el diseño como la simulación del proyecto dieron los resultados satisfactorios, lo que nos lleva a afirmar la hipótesis general.

"LA CONSTRUCCIÓN DE UN SISTEMA DE CLASIFICACIÓN DE ALEVINES PERMITIRÁ MEJORAR EL PROCESO DE CULTIVO DE ESTE PRODUCTO EN LA PARROQUIA "SAN LUCAS" DEL CANTÓN LOJA."

Esta afirmación sin duda es la prueba indiscutible del cumplimiento de todos los objetivos planteados inicialmente.

h. CONCLUSIONES

- ✓ Se logró determinar un sistema que contiene un proceso semi-automático de clasificación de alevines de trucha, el cual compensa los parámetros físicos de la clasificación.

- ✓ De acuerdo a la crianza integral de trucha de los pequeños productores de la localidad se logró diseñar un sistema semi-automático de clasificación.

- ✓ Se logró simular el funcionamiento de los diferentes componentes del equipo diseñado, mediante la utilización del software logo! Siemens y del software Autodesk Inventor Professional 2013, los cuales permitieron representar el funcionamiento del proceso, realizando correctamente todas las funciones requeridas por el sistema al ser puesto en marcha.

- ✓ El sistema de control y mando que se plantea en el presente proyecto, cumple a plenitud con las rutinas necesarias de producción, permitiendo maniobrar y adaptarse de manera sencilla a las diversas situaciones que se puedan presentar en el campo de trabajo, sin dejar de lado la seguridad funcional de los componentes de potencia y el nivel de exactitud requerido.

i. RECOMENDACIONES

- ✓ En caso de implementación del sistema, se recomienda considerar las dimensiones y detalles de los diversos componentes diseñados.

- ✓ El operario debe conocer muy bien el funcionamiento del sistema de mando y de control de la maquina clasificadora.

- ✓ En caso de construcción se debe realizar chequeos periódicos a: rodamientos, motor y cadenas con el fin de alargar su vida útil.

- ✓ Tener mucho cuidado al manipular los alevines ya que éstos son muy delicados y mueren con mucha facilidad.

- ✓ En caso de una mayor población de alevines a clasificar se recomienda tomar una nueva muestra y comprobar si el diseño de la clasificadora soporta el peso aumentado.

j. BIBLIOGRAFÍA

ACUINUGA. 2008. www.acuinuga.com. *www.acuinuga.com.* [En línea] 4 de JUNIO de 2008. [Citado el: 23 de abril de 2013.] http://www.acuinuga.com/00_plugins/docs.php?id=647.

AGUÍNSACA, DURAZNO OSCAR FABIÁN. 2008. Dieño y construcción de una máquina dosificadora automática de encimas para balanceado de camarón para la empresa Empagran S.A. [En línea] Escuela Politécnica del Ejercito, 2008. [Citado el: 16 de abril de 2012.] http://repositorio.espe.edu.ec/bitstream/21000/3841/1/T-ESPEL-0499.pdf.

[En línea] 30 de julio de 2012. [Citado el: 14 de mayo de 2013.] http://www.pac.com.ve/index.php?option=com_content&view=article&id=10224:ique-son-bombas-de-agua-y-su-tipos&catid=64:industria&Itemid=87.

BARCIA, VILLACRESES KLEBER FERNANDO. 1989. Diseño y construcción de prototipo para sistema de recirculación dee granellas para máquina limpiadora de metales. [En línea] Escuela Superior Politécnica del Litoral, 1989. [Citado el: 30 de abril de 2012.] http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-9595.pdf.

Basculas y Balanzas, JCM. 2012. http://www.jcmbasculas.com. *http://www.jcmbasculas.com.* [En línea] 2012. http://www.jcmbasculas.com/balanzas-mecanicas.html.

Blogelectica. 2008. Aplicaciones eléctricas. [En línea] 29 de octubre de 2008. [Citado el: 14 de mayo de 2012.] http://blogelectica.blogspot.com/2008/10/interruptor-selector.html.

CONSTRUMATICA. http://www.construmatica.com. *http://www.construmatica.com.* [En línea] [Citado el: 5 de junio de 2013.] http://www.construmatica.com/construpedia/Estructuras_Met%C3%A1licas.

continental, Innovacion Sostenible de la acuicultura. 2011. los beneficios nutricionales de la trucha. *los beneficios nutricionales de la trucha.* [En línea] 29 de agosto de 2011. [Citado el: 21 de septiembre de 2013.] http://www.is-ac.es/noticias/los-beneficios-nutricionales-de-la-trucha.

El prisma. 2007. www.elprisma.com. *www.elprisma.com.* [En línea] 2007. http://www.elprisma.com/apuntes/ingenieria_mecanica/chavetas/.

GUTIÉRREZ, MORA PEDRO. 1980. *Resistencia de materiales.* Moscu : MIR, 1980.

Incoder, Colombia. 2005. www.incoder.gov. [En línea] 2005. [Citado el: 15 de mayo de 2013.] www.incoder.gov..

Intertronic C.A. www.intertronic.com. *www.intertronic.com.* [En línea] http://www.intertronic.com.ve/accesorios/switches-interruptores-finales-de-carrera/final-de-carrera-de-resorte-ah9101/.

JOSÉ. 2008. Aplicaciones eléctricas. [En línea] 29 de octubre de 2008. [Citado el: 14 de mayo de 2012.] http://blogelectica.blogspot.com/2008/10/interruptor-selector.html.

Larreina S, Angel A. www.angellarreina.com. *www.angellarreina.com.* [En línea] Moreno 901 (C1091AAS) - Buenos Aires. [Citado el: 13 de 06 de 2013.] www.angellarreina.com.

Mott , Robert L. 2006. Diseño de elementos de máquinas. [aut. libro] Robert L Mott. *Diseño de elementos de máquinas.* México : Pearson Educación, 2006.

MOTT, ROBERT L. 2006. *Diseño de elementos de máquinas.* México : Pearson Educación, 2006. 4ta edición.

Pytel, Andrew y Singer, Ferdinand L. 1994. Resistencia de Materiales. Mexico : Harka SA, 1994, pág. 246.

RAGASH. 2009. Manual de crianza de trucha. *Manual de crianza de trucha.* PERU : s.n., 2009.

Sabaté Carreras, Pere. *Cables de acero.* España : Ministerio de Trabajo España. NTP. 155.

SCHAUM, SERIE DE COMPENDIOS. 1995. *Diseño de máquinas.* México : McGRAW-HILL, 1995.

Serway, R. A. 1992. *Física.* s.l. : Editorial McGraw-Hill, 1992.

—. 1992. *Física.* s.l. : McGraw-Hill, 1992.

Shephard, Robert y. 1974. ESPECIES POTENCIALES PARA CULTIVO: CULTIVO DE ESPECIES DE AGUAS TEMPLADO-FRIAS. *CULTIVO DE ESPECIES DE AGUAS TEMPLADO-FRIAS.* 1974.

SIEMENS, AG 2001- 2003. *Manual.* s.l. : edición 06.

SKF. www.skf.com. [En línea] [Citado el: 13 de 08 de 2013.] http://www.skf.com/co/products/bearings-units-housings/product-tables.html#.

Tippens, Paul E. *Fisica.*

tuveras.com. www.tuveras.com. *www.tuveras.com.* [En línea] http://www.tuveras.com/maquinascc/motor/motor.htm.

WIKIMEDIA. 2013. http://es.wikipedia.org. *http://es.wikipedia.org.* [En línea] 6 de abril de 2013. [Citado el: 6 de octubre de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Sensor_final_de_carrera.

—. 2013. wikipedia. *wikipedia.* [En línea] 21 de enero de 2013. [Citado el: 15 de septiembre de 2013.] http://es.wikipedia.org/wiki/Relé_térmico.

WIKIMEDIA., FUNDACION. 2013. www.wikipedia.com. [En línea] 24 de SEPTIEMBRE de 2013. Actuador%20-%20Wikipedia,%20la%20enciclopedia%20libre.htm.

William, T. T. 1997. *Vibraciones Manuales de Ingeniería Mecpanica.* Santa Fé - Bogotá : Mc Graw-Hill, 1997.

WorldGroup, WireCo®. wirecoworldgroup. [En línea] [Citado el: 20 de 07 de 2013.] www.wirecoworldgroup.com.

k. ANEXOS.

k.1. Anexo 1. Tabla DIPAC. Tubo redondo.

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

TMRed

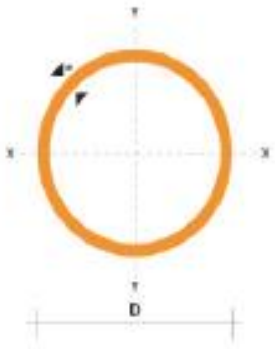
TUBO MECANICO REDONDO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A 513
Recubrimiento	Negro o galvanizado
Largo Normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
dimensiones	Desde 1/2" hasta 2-1/2"
Espesor	Desde 0.60mm hasta 1.50mm

NOMENCLATURA

A= Area de la sección transversal del tubo, cm2
I= Momento de Inercia de la sección, cm4
W= Módulo resistente de la sección, cm3
i= Radio de giro de la sección cm



DIAMETRO EXTERIOR (D)		ESPESOR	PESO	PROPIEDADES			
		e	P	A	I	W	i
Pulg	mm	mm	kg/6m	cm	cm4	cm3	cm
1/2	12.70	0.60	1.14	0.23	0.04	0.07	0.43
		0.75	1.44	0.28	0.05	0.08	0.42
		0.95	1.86	0.35	0.06	0.09	0.41
		1.10	2.10	0.40	0.07	0.11	0.41
		1.50	2.82	0.53	0.08	0.13	0.39
5/8	15.88	0.60	1.44	0.29	0.06	0.11	0.54
		0.75	1.86	0.36	0.10	0.13	0.53
		0.95	2.28	0.44	0.12	0.15	0.51
		1.10	2.64	0.51	0.14	0.18	0.52
		1.50	3.54	0.68	0.18	0.22	0.51
3/4	19.05	0.60	1.74	0.35	0.15	0.16	0.65
		0.75	2.16	0.43	0.19	0.19	0.65
		0.95	2.70	0.54	0.22	0.23	0.64
		1.10	3.18	0.62	0.25	0.28	0.63
		1.50	4.20	0.83	0.32	0.34	0.62
7/8	22.22	0.60	2.04	0.41	0.24	0.21	0.76
		0.75	0.52	0.50	0.29	0.26	0.76
		0.95	3.18	0.63	0.36	0.32	0.75
		1.10	3.66	0.73	0.41	0.37	0.75
		1.50	4.92	0.98	0.53	0.47	0.74
1	25.40	0.60	2.28	0.47	0.38	0.28	0.88
		0.75	2.88	0.58	0.44	0.35	0.87
		0.95	3.60	0.73	0.55	0.43	0.87
		1.10	4.20	0.84	0.62	0.49	0.86
		1.50	5.64	1.13	0.81	0.64	0.85
1 1/4	31.75	0.95	4.50	0.92	1.09	0.69	1.18
		1.10	5.22	1.06	1.24	0.78	1.08
		1.50	7.08	1.43	1.63	1.03	1.07
1 1/2	38.10	0.95	5.40	1.11	1.91	1.00	1.31
		1.10	6.24	1.28	2.19	1.15	1.31
		1.50	8.46	1.72	2.89	1.52	1.30
1 3/4	44.45	0.95	6.24	1.30	3.07	1.38	1.54
		1.10	7.26	1.50	3.52	0.16	1.53
		1.50	9.84	2.02	4.67	2.10	1.52
1 7/8	47.63	0.95	6.78	1.40	3.80	1.60	1.65
		1.10	7.80	1.61	4.35	1.83	1.64
		1.50	10.26	2.17	5.79	2.43	1.63
2	50.80	0.95	7.20	1.49	4.62	1.82	1.76
		1.10	8.34	1.72	5.30	2.09	1.75
		1.50	10.80	2.32	7.06	2.78	1.74
2 3/8	60.33	1.50	13.20	2.77	12.00	3.98	2.08
2 1/2	63.50	1.50	14.04	2.92	14.05	4.42	2.19

www.dipacmanta.com 43

k.2. Anexo 2. Tabla DIPAC. Tubo cuadrado.

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

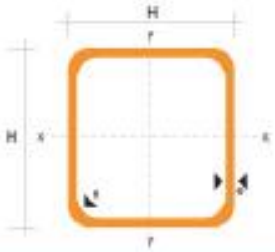
CUADRADO

TUBO MECANICO CUADRADO

Especificaciones Generales

Norma	ASTM A-513
Recubrimiento	Negro o Galvanizado
Largo normal	6,00m
Otros largos	Previo consulta
Dimensiones	Desde 1/2" a 2"
Espesor	Desde 0,60mm hasta 1,50mm

DIMENSIONES			AREA	EJES X-Xe Y-Y		
A mm	ESPESOR mm	PESO Kg/m	AREA cm2	I cm4	W cm3	i cm
12	0,8	0,30	0,37	0,09	0,14	0,48
12	1,0	0,37	0,50	0,11	0,18	0,47
15	0,8	0,36	0,45	0,15	0,20	0,58
15	1,0	0,45	0,61	0,20	0,26	0,57
20	0,8	0,49	0,61	0,38	0,38	0,79
20	1,0	0,60	0,83	0,50	0,50	0,77
20	1,2	0,72	0,90	0,53	0,53	0,77
20	1,5	0,88	1,05	0,58	0,58	0,74
25	0,8	0,61	0,77	0,76	0,61	0,99
25	1,0	0,76	1,05	1,00	0,80	0,98
25	1,2	0,90	1,14	1,08	0,87	0,97
25	1,5	1,12	1,35	1,21	0,97	0,95
30	0,8	0,74	0,93	1,33	0,89	1,19
30	1,0	0,92	1,27	1,77	1,18	1,18
30	1,2	1,09	1,38	1,91	1,28	1,18
30	1,5	1,35	1,65	2,19	1,47	1,15
40	0,8	0,99	1,25	3,21	1,61	1,60
40	1,0	1,23	1,71	4,32	2,16	1,59
40	1,2	1,47	1,86	4,68	2,34	1,59
40	1,5	1,82	2,25	5,48	2,74	1,56
50	1,2	1,84	2,34	9,30	3,72	1,99
50	1,5	2,29	2,85	11,06	4,42	1,97



NOMENCLATURA

- A= Area de la sección transversal del tubo, cm2
- I= Momento de inercia de la sección, cm4
- W= Módulo resistente de la sección, cm3
- i= Radio de giro de la sección cm

www.dipacmanta.com 41

k.3. Anexo 3. Tabla DIPAC. Varilla redonda lisa VRL 12

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

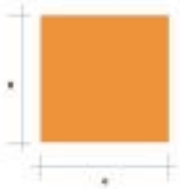
PERFILES

Especificaciones Generales

PERFILES LAMINADOS

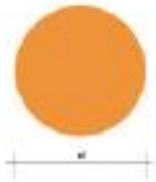
Calidad	ASTM A36
Otras calidades	Previa Consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa Consulta
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa Consulta

VARILLA CUADRADA LISA



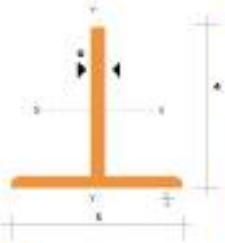
	LADO	PESO		AREA
DENOMINACION	mm	kg/m	kg/6m	cm2
VCU 5/16	8.0	0.57	3.41	0.72
VCU 3/8	9.0	0.64	3.83	0.81
VCU 1/2	11.0	0.95	5.70	1.21
VCU 5/8	15.0	1.77	10.60	2.25
VCU 3/4	18.0	2.54	15.26	3.24
VCU 24.5	24.5	4.72	28.30	6.00

VARILLA REDONDA LISA



	DIAMETRO	PESO		AREA
DENOMINACION	mm	kg/m	kg/6m	cm2
VRL 5.5	5.5	0.34	2.04	0.43
VRL 8	8.0	0.50	2.96	0.63
VRL 10	10.0	0.62	3.70	0.79
VRL 12	12.0	0.89	5.33	1.13
VRL 15	15.0	1.39	8.32	1.77
VRL 18	18.0	2.00	11.98	2.55
VRL 22	22.0	2.98	17.90	3.80
VRL 24.5	24.0	3.70	22.20	4.71

TEES



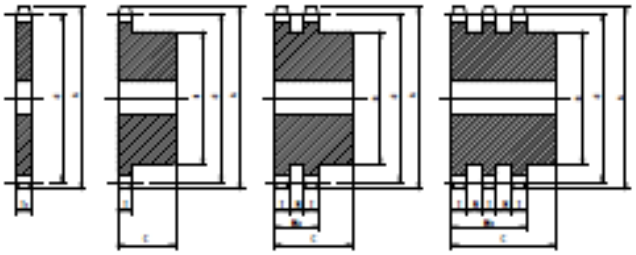
	DIMENSIONES			PESO		AREA
	mm					
DENOMINACION	a	b	e	kg/m	kg/6m	cm2
TEE 20X3	20	20	3	0.90	5.40	1.15
TEE 25X3	25	25	3	1.19	7.14	1.52
TEE 30X3	30	30	3	1.41	8.46	1.80

www.dipacmanta.com 17

k.4. Anexo 4. Tabla de cadenas. Selección

ANGEL LARREINA S.A.
elementos de transmisión

Discos, Piñones y Ruedas de Acero para Transmisiones de Cadenas
Sprockets and Plate Wheels for Roller Chain



Macizo
Solid

Cubo soldado
Welded Hub

Pieza soldada
Welded Piece

Paso -*Pitch* 3/8" ASA 35 ØRodillo - *Roller* 5,08 mm
9,52 mm BS 06 ØRodillo - *Roller* 6,35 mm

Z	Diámetro Primitivo(d) *Pitch Circle Diameter(d)*	Diámetro Exterior(A) *Top Diameter(A)*	Diámetro Cubo(B) *Hub Diameter(B)* S	D	T	Largo Total(C) *Total Length(C)* S	D	T
9	27.85	31.88	17	17	17	22	25	40
10	30.82	35.03	20	20	20	22	25	40
11	33.81	38.15	22	22	22	25	30	40
12	36.80	41.26	25	25	25	25	30	40
13	39.80	44.36	28	28	28	25	30	40
14	42.80	47.45	31	31	31	25	30	40
15	45.81	50.53	34	34	34	25	30	40
16	48.82	53.60	37	37	37	28	30	40
17	51.84	56.67	40	40	40	28	30	40
18	54.85	59.73	43	43	43	28	30	40
19	57.87	62.80	45	46	46	28	30	40
20	60.89	65.85	46	48	48	28	30	40
21	63.91	68.91	48	52	52	28	30	40
22	66.93	71.96	50	55	55	28	30	40
23	69.95	75.01	52	58	58	28	30	40
24	72.97	78.06	54	61	61	28	30	40
25	76.00	81.11	57	64	64	28	30	40
26	79.02	84.16	60	67	67	28	30	40
27	82.05	87.21	60	70	70	28	30	40
28	85.07	90.25	60	73	73	28	30	40
29	88.10	93.30	60	76	76	28	30	40
30	91.12	96.34	60	79	79	28	30	40
35	106.26	111.55	65	80	80	30	40	40
38	115.34	120.66	70	80	80	30	40	40
40	121.40	126.74	70	80	80	30	40	40
45	136.55	141.93	70	80	90	32	40	56
50	151.69	157.11	70	80	90	32	40	56
57	172.91	178.36	70	80	90	32	40	56
60	182.00	187.46	70	80	90	35	40	56
76	230.49	236.01	70	80	100	35	40	56
95	288.08	293.64	90	90	100	40	45	60
114	345.68	351.26	90	100	100	40	45	60

Dimensiones para tipo Americano - (ASA - ANSI)
Measurement for American type (ASA - ANSI)

PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
ASA35 (3/8)	4.1	6	14.2	24.3	4.3

Dimensiones para tipo Europeo - (BS - ISO)
Measurement for European type (BS - ISO)

PASO/Pitch	T	N	M2	M3	T1
06 - 3/8	5.2	5	15.4	25.6	5.2

Los diámetros y largos están sujetos a modificación sin previo aviso por razones de fabricación.
Diameters and lenghts can be modified without any previous advise due to production reasons.

k.5. Anexo 5. Tabla selección actuador lineal.

industrial MAGZA DIST. AUTORIZADO MEX (55) 53 63 23 31 MTY (81) 83 54 10 18 QRO (442) 1 95 72 60 ventas@industrialmagza.com

NIASA www.niasa.es

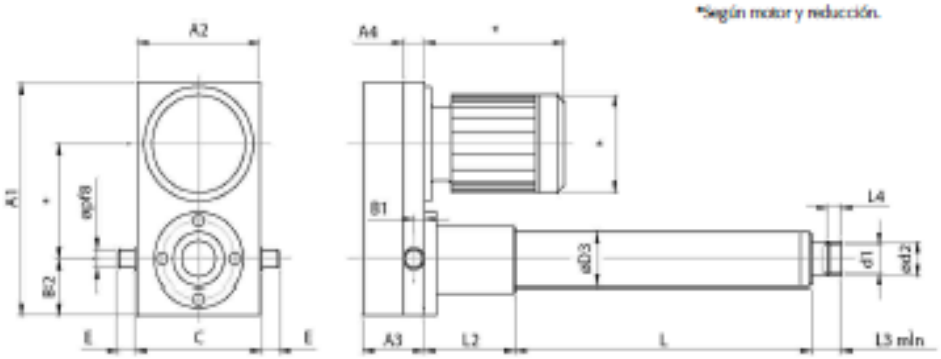
EJECUCIONES INDIVIDUALES

M501 ACTUADOR CON TRANSMISION POR CORREA DENTADA, DISPOSICION EN PARALELO

Este actuador está diseñado para soportar cargas medias y un amplio rango de velocidades.
Está equipado con un motor o motorreductor y la transmisión es mediante correa dentada.

Componentes
- Actuador: Ejecución base
- Sujeción: Placa con pitones de basculación
- Accionamiento: Motor o motorreductor (freno opcional) y transmisión por correa.

*Según motor y reducción.



Características Técnicas

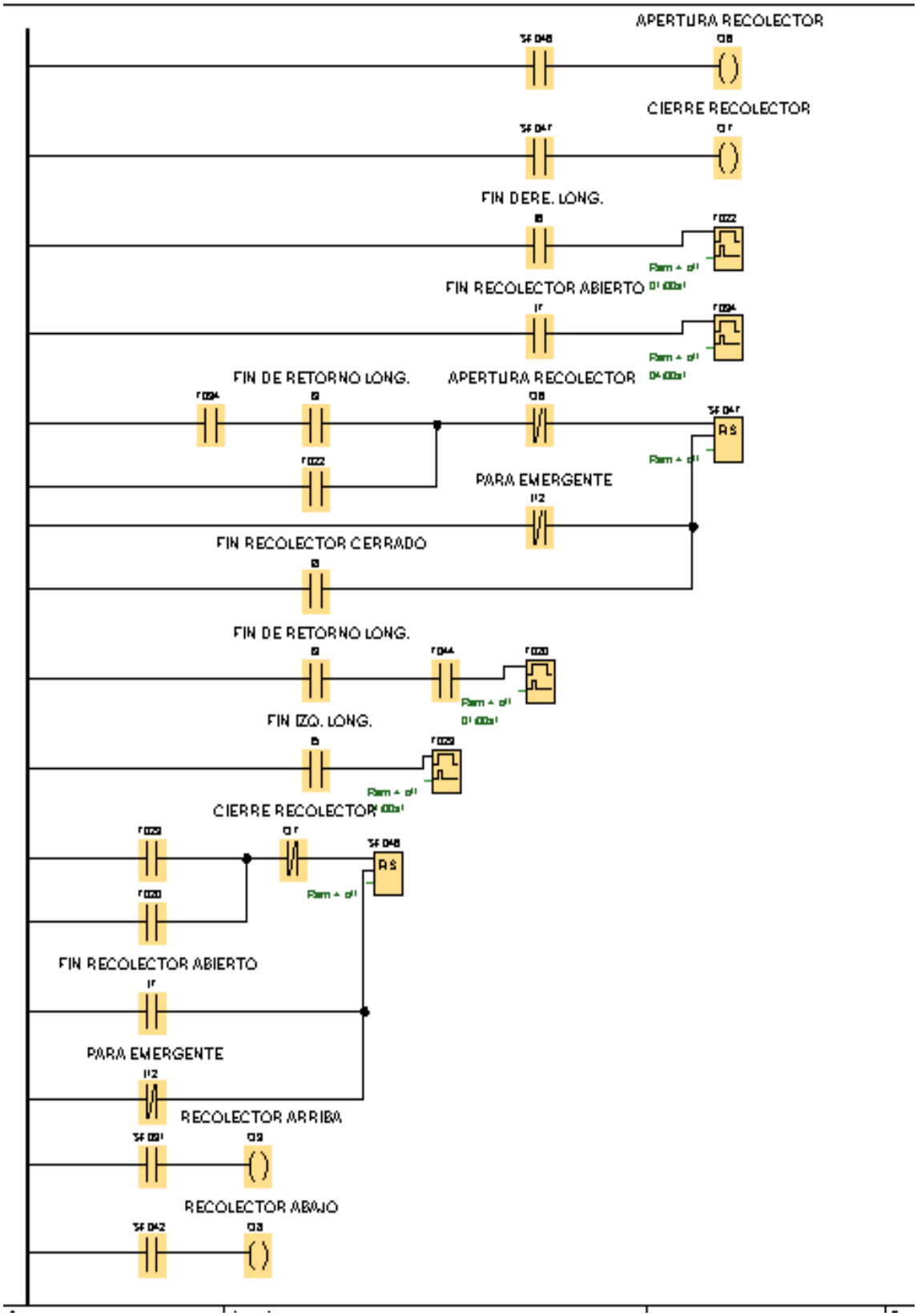
Modelo	Husillo-paso	ø	Carga kN	Modelo	Husillo-paso	ø	Carga kN	Modelo	Husillo-paso	ø	Carga kN	Modelo	Husillo-paso	ø	Carga kN
M501-F16	KGT 5	16	1,8	M501-F30	KGT 5	32	9	M501-F40	KGT 10	40	25	M501-F50	KGT 10	50	30
	Tr 4	16	1		KGT 10	32	4,5		KGT 20	40	15		KGT 20	50	15
					KGT 40	32	1,2		KGT 40	40	7		Tr 9	60	8
	KGT 5	20	5		Tr 6	36	2		Tr 7	44	10				
M501-F20	KGT 20	20	1,3												
	Tr 5	24	1,2												

Dimensiones

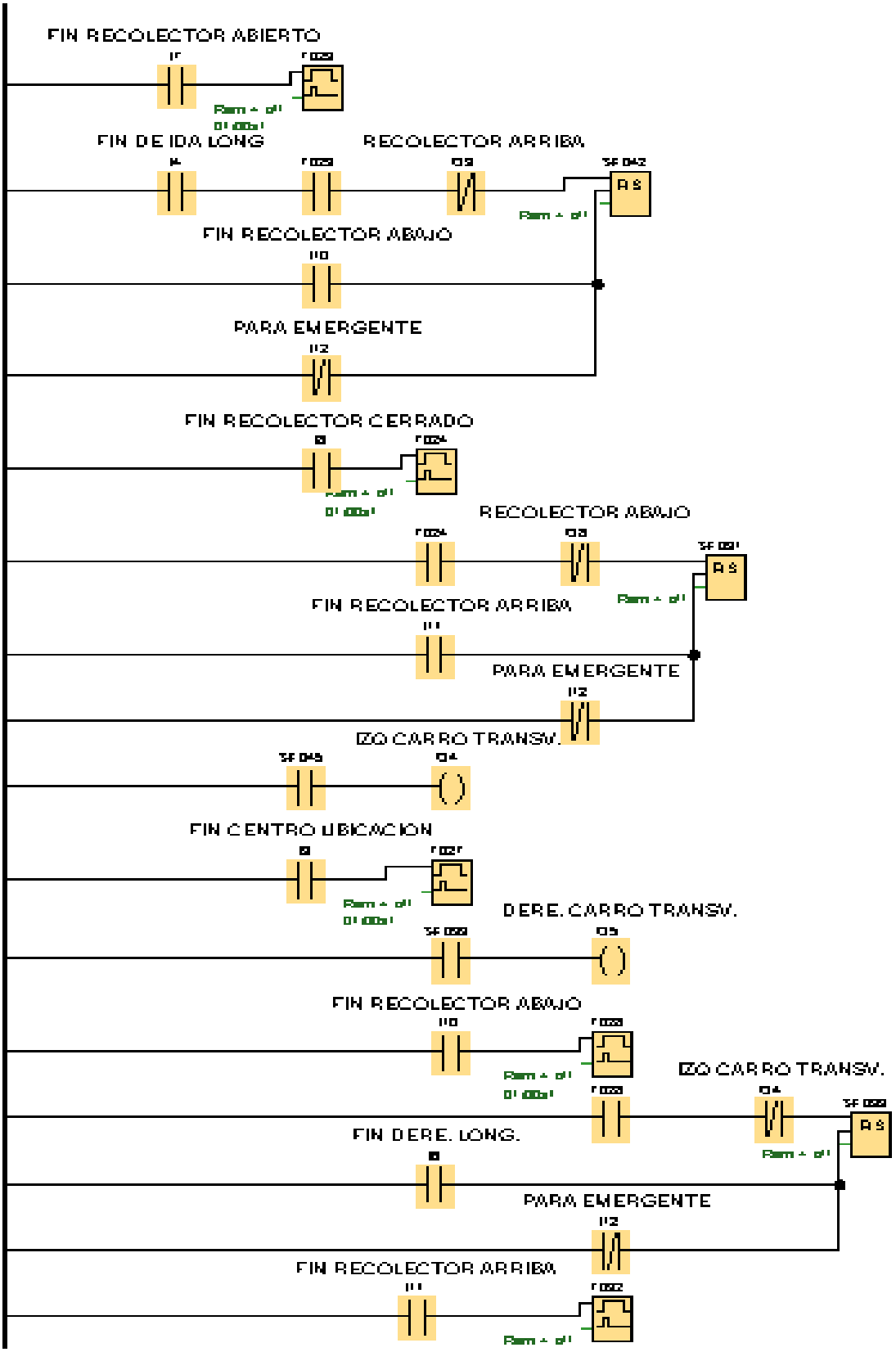
Modelo	d_1	d_0	D_3	L	Cursos Standard	L_3	L_1	L_4	A_1	A_0	A_3	A_4	B_1	B_2	C	E	p
M501-F16	M26 x 1,5	32	40	45 + Curso	100, 200, 300, 400	61	21	20	245	130	70	20	10	50	138	18	12
M501-F20	M27 x 2	35	55	65 + Curso	100, 200, 300, 500	100	16	25	300	150	85	25	12,5	65	160	20	20
M501-F30	M42 x 2	50	75	82 + Curso	200, 400, 600, 1000	130	17	30	320	180	90	30	15	90	192	25	25
M501-F40	M60 x 2	70	90	115 + Curso	250, 500, 750, 1000	150	48	35	490	250	135	40	20	135	270	35	35
M501-F50	M80 x 2	90	150	220 + Curso	300, 600, 1000, 1500	300	75	40	600	300	182	50	25	135	320	45	45

k.6. Anexo 6. Programación de logo.

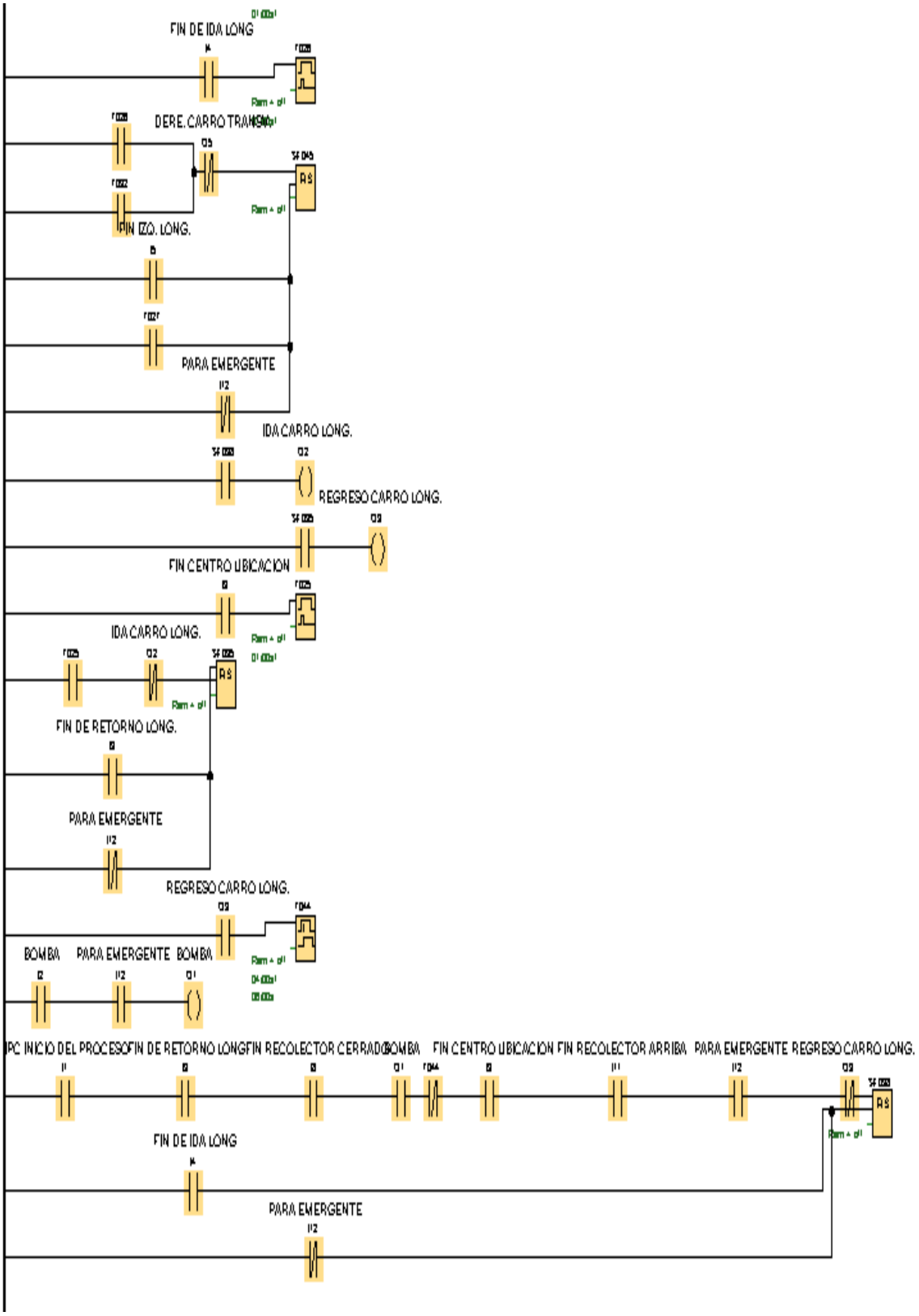
Primera Parte



Segunda Parte



Tercera Parte



k.7. Anexo 7. Diagrama de mando. (Automático y manual)

k.8. Anexo 8. Perfiles Tipo G. Tabla DIPAC

DIPAC®
PRODUCTOS DE ACERO

CORREAS "G"

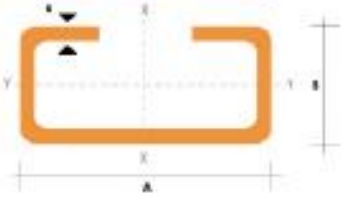
PERFILES ESTRUCTURALES
CORREAS "G"

Especificaciones Generales

Otras calidades	Previa consulta
Largo normal	6.00m
Otros largos	Previa consulta
Espesores	Desde 1.50mm hasta 12.00mm
Acabado	Natural
Otro acabado	Previa consulta

DIMENSIONES				PESOS		SECCIÓN	PROPIEDADES					
							EJE X-X					
A	B	C	e	6metros	1metro		I	W	i	I	W	i
mm	mm	mm	mm	Kg	Kg	cm2	cm4	cm3	cm	cm4	cm3	cm
60	30	10	1.5	9.19	1.53	1.95	11.02	3.67	2.38	2.43	1.25	1.12
60	30	10	3.0	11.94	1.99	2.54	13.98	4.66	2.35	3.01	2.85	1.09
60	30	10	3.0	16.98	2.83	3.61	18.90	6.30	2.29	3.87	3.69	1.04
80	40	15	1.5	13.18	2.20	2.80	27.43	6.86	3.13	6.38	2.53	1.51
80	40	15	2.0	16.68	2.78	3.54	35.30	8.81	3.16	8.07	3.18	1.51
80	40	15	3.0	24.06	4.01	5.11	49.00	12.30	3.10	10.60	4.27	1.46
100	50	15	2.0	20.40	3.40	4.34	69.20	13.80	4.00	15.00	4.57	1.86
100	50	15	3.0	29.70	4.95	6.31	97.80	19.60	3.94	20.50	6.25	1.80
100	50	20	4.0	40.26	6.71	8.55	128.70	25.34	3.85	28.50	9.06	1.83
100	50	25	5.0	51.12	8.52	10.86	152.51	30.50	3.75	36.52	12.09	1.83
125	50	15	2.0	22.80	3.80	4.84	116.00	18.60	4.91	16.20	4.69	1.83
125	50	15	3.0	33.24	5.54	7.06	165.00	26.50	4.84	22.20	6.43	1.77
125	50	20	4.0	44.99	7.49	9.55	217.00	34.70	4.77	30.90	9.32	1.80
125	50	25	5.0	57.00	9.50	12.11	264.32	42.29	4.67	39.88	12.46	1.82
125	50	30	6.0	70.78	11.79	14.73	307.13	49.14	4.56	48.69	15.61	1.81
150	50	15	2.0	25.14	4.19	5.34	179.00	23.80	5.79	17.10	4.78	1.79
150	50	15	3.0	36.78	6.13	7.81	255.00	34.00	5.72	23.50	6.56	1.73
150	50	20	4.0	49.68	8.28	10.50	337.00	44.90	5.66	32.60	9.52	1.77
150	75	25	5.0	74.70	12.45	15.86	545.36	72.71	5.86	117.22	24.17	2.72
150	75	30	6.0	90.42	15.57	19.23	641.40	85.52	5.77	114.47	30.57	2.74
175	50	15	2.0	27.48	4.58	5.84	258.00	29.40	6.64	17.60	4.85	1.75
175	50	15	3.0	40.32	6.72	8.56	369.00	42.20	6.57	24.60	6.66	1.70
175	75	25	4.0	65.40	10.9	13.90	653.00	74.60	6.84	105.00	20.90	2.75
175	75	25	5.0	80.58	13.43	17.11	785.95	89.82	6.78	123.88	24.63	2.69
175	75	30	6.0	100.74	16.79	20.73	929.39	106.22	6.70	152.84	31.19	2.72
200	50	15	2.0	29.94	4.99	6.36	356.00	35.60	7.56	18.60	4.85	1.72
200	50	15	3.0	43.86	7.31	9.31	507.00	50.70	7.45	25.10	6.57	1.65
200	75	25	4.0	70.20	11.70	14.90	885.00	88.50	7.64	110.00	21.30	2.71
200	75	25	5.0	86.52	14.42	18.37	1060.00	108.00	7.67	129.62	25.02	2.66
200	75	30	6.0	108.00	18.00	22.23	1282.17	128.21	7.59	160.15	31.73	2.68
250	75	25	4.0	78.80	13.30	16.90	1520.00	122.00	9.46	118.00	21.70	2.64
250	100	25	5.0	109.98	18.33	23.36	2219.24	177.54	9.75	285.36	39.24	3.49
250	100	30	6.0	135.48	22.58	28.23	2647.38	219.79	9.68	383.54	55.58	3.89
300	100	30	4.0	100.80	16.80	21.30	2860.00	191.00	11.60	274.00	38.30	3.58
300	100	35	5.0	126.60	21.10	26.90	3560.00	237.00	11.50	351.00	49.90	3.62
300	100	35	6.0	154.74	25.79	31.80	4170.00	278.00	11.40	404.00	57.40	3.56

También en galvanizado e inoxidable

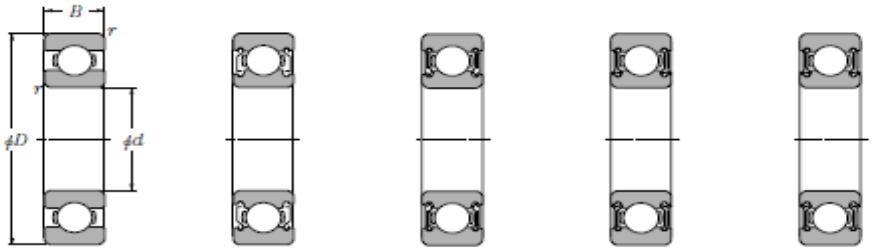


www.dipacmanta.com 1

k.9. Anexo 9. Tablas para la elección de rodamientos.

Rodamientos Rígidos de Bolas

NTN



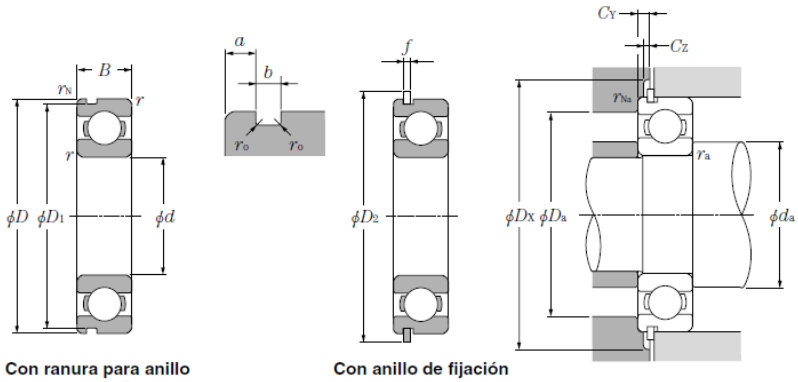
Tipo abierto | Tipo con tapas (ZZ) | Tipo con sello de no contacto (LLB, LLF) | Tipo con sello de bajo torque (LLH) | Tipo con sello de contacto (LLU)

d 10～20mm

Dimensiones principales (mm) d	D	B	$r_{s\,min}$[1]	$r_{1s\,min}$	Capacidades básicas de carga dinámica C_r (kN)	estática C_{or} (kN)	dinámica C_r (kgf)	estática C_{or} (kgf)	Factor f_0	Velocidades límites r.p.m. grasa tipo abierto ZZ	grasa tipo abierto LLB	aceite tipo abierto Z	aceite tipo abierto LB	LLH	LLU	Números de rodamientos tipo abierto	con tapas	con sello de no contacto	con sello de bajo torque	con sello de contacto
10	15	3	0.1	—	0.855	0.435	87	44	15.7	10 000		12 000		—	—	6700	—	—	—	—
	19	5	0.3	—	1.83	0.925	187	94	14.8	32 000		38 000		—	24 000	6800	ZZ	LLB	—	LLU
	22	6	0.3	0.3	2.7	1.27	275	129	14.0	30 000		36 000		—	21 000	6900	ZZ	LLB	—	LLU
	26	8	0.3	—	4.55	1.96	465	200	12.4	29 000		34 000		25 000	21 000	6000	ZZ	LLB	LLH	LLU
	30	9	0.6	0.5	5.10	2.39	520	244	13.2	25 000		30 000		21 000	18 000	6200	ZZ	LLB	LLH	LLU
	35	11	0.6	0.5	8.20	3.50	835	355	11.4	23 000		27 000		20 000	16 000	6300	ZZ	LLB	LLH	LLU
12	18	4	0.2	—	0.930	0.530	95	54	16.2	8 300		9 500		—	—	6701	—	LLF	—	—
	21	5	0.3	—	1.92	1.04	195	106	15.3	29 000		35 000		—	20 000	6801	ZZ	LLB	—	LLU
	24	6	0.3	0.3	2.89	1.46	295	149	14.5	27 000		32 000		—	19 000	6901	ZZ	LLB	—	LLU
	28	7	0.3	—	5.10	2.39	520	244	13.2	26 000		30 000		—	—	16001	—	—	—	—
	28	8	0.3	—	5.10	2.39	520	244	13.2	26 000		30 000		21 000	18 000	6001	ZZ	LLB	LLH	LLU
	32	10	0.6	0.5	6.10	2.75	620	280	12.7	22 000		26 000		20 000	16 000	6201	ZZ	LLB	LLH	LLU
	37	12	1	0.5	9.70	4.20	990	425	11.1	20 000		24 000		19 000	15 000	6301	ZZ	LLB	LLH	LLU
15	21	4	0.2	—	0.940	0.585	96	59	16.5	6 600		7 600		—	—	6702	—	LLF	—	—
	24	5	0.3	—	2.08	1.26	212	128	15.8	26 000		31 000		—	17 000	6802	ZZ	LLB	—	LLU
	28	7	0.3	0.3	3.65	2.00	375	204	14.8	24 000		28 000		—	16 000	6902	ZZ	LLB	—	LLU
	32	8	0.3	—	5.60	2.83	570	289	13.9	22 000		26 000		—	—	16002	—	—	—	—
	32	9	0.3	0.3	5.60	2.83	570	289	13.9	22 000		26 000		18 000	15 000	6002	ZZ	LLB	LLH	LLU
	35	11	0.6	0.5	7.75	3.60	790	365	12.7	19 000		23 000		18 000	15 000	6202	ZZ	LLB	LLH	LLU

Rodamientos Rígidos de Bolas

NTN



Con ranura para anillo de fijación

Con anillo de fijación

Carga radial dinámica equivalente

$P_r = XF_r + YF_a$

$\frac{f_0 \cdot F_a}{C_{or}}$	e	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ X	$\frac{F_a}{F_r} \leq e$ Y	$\frac{F_a}{F_r} > e$ X	$\frac{F_a}{F_r} > e$ Y
0.172	0.19				2.30
0.345	0.22				1.99
0.689	0.26				1.71
1.03	0.28				1.55
1.38	0.30	1	0	0.56	1.45
2.07	0.34				1.31
3.45	0.38				1.15
5.17	0.42				1.04
6.89	0.44				1.00

Carga radial estática equivalente

$P_{or} = 0.6F_r + 0.5F_a$

Cuando $P_{or} < F_r$ use $P_{or} = F_r$

k.10. Anexo 10. Tabla selección Motorreductor 1.

				Modelo	
MR - Eje - Motor				**MR105-VEL**	**MR107-VEL**
Servicio				**Normal**	
Potencia Entrada [KW] / Potencia salida [Hp]				0,0360	0,0720
Tensión nominal [VCC]				24	
Io (Intensidad en vacío). Inom (nominal). Is (arranque /bloqueo) [A]				0,25 . 1,5 . 6	0,5 . 3 . 13
RPM Nom. RPM Vacio				6400 8000	
Etapas	Desmult	Engran.	Velocidad [RPM]	Cupla [kgf.cm]	
0	1:1	0	6400	0,30	0,50
1	4:1	4	1600	0,96	1,60
1	6:1	6	1064	1,45	2,41
2	16:1	44	400	3,65	6,09
2	24:1	64	266	5,49	9,16
2	36:1	66	177	8,25	13,77
3	64:1	444	100	13,88	23,15
3	96:1	644	66	21,02	35,07
3	144:1	664	44	31,54	52,61
3	216:1	666	30	46,88	78,20
4	256:1	4444	25	52,73	87,96
4	384:1	6444	17	79,22	100,00
4	576:1	6644	11	100,00	"
4	864:1	6664	7,5	"	"
5	1024:1	44444	6,0	"	"
5	1536:1	64444	4,0	"	"
5	2304:1	66444	2,7	"	"
5	3456:1	66644	1,8	"	"
5	5184:1	66664	1,2	"	"
5	7776:1	66666	0,8	"	"

k.11. Anexo 11. Tabla de selección del motor 2

				Modelo		
MR - Eje - Motor				MR 19-1/8-VEL	MR 19-1/4-VEL	MR 19-1/2-VEL
Servicio				Larga Duración		
Potencia Entrada [KW] / Potencia salida [Hp]				0,106	0,213	0,425
Y	Tensión nominal [VCC]			380		
	Is . Inom [A]			1,3 . 0,52	1,5 . 0,50	1,8 . 0,62
Δ	Tensión nominal [VCC]			220		
	Is . Inom [A]			2,5 . 0,9	3,0 . 0,56	3,3 . 1,3
RPM Nom. RPM Vacio				1420 1500		
Etapas	Desmult	Engran.	Velocidad [RPM]	Cupla [Kgf.cm]		
0	1:1	0	1420	5,4	10,7	21,4
1	2,9:1	3	480	15,8	31,7	63,4
1	4:1	4	350	21,7	43,5	86,9
1	6:1	6	233	32,7	65,3	130,6
2	8,4:1	33	165	46,1	92,2	184,4
2	11:1	43	120	63,4	126,8	253,6
2	16:1	44	87	87,4	174,9	349,8
2	24:1	64	58	131,2	262,3	500,0
2	36:1	66	38	200,2	400,4	"
3	46:1	443	30	253,6	500,0	"
3	64:1	444	21	362,3	"	"
3	96:1	644	14	500,0	"	"
3	144:1	664	9,7	"	"	"
3	216:1	666	6,5	"	"	"
4	256:1	4444	5,4	"	"	--
4	384:1	6444	3,6	"	"	--
4	576:1	6644	2,4	"	"	--
4	864:1	6664	1,6	"	"	--
4	1296:1	6666	1,1	"	"	--

k.12. Anexo 12: Planos.

k.13. Anexo 13. Proyecto

UNIVERSIDAD NACIONAL DE LOJA

ÁREA DE LA ENERGÍA LAS INDUSTRIAS Y LOS RECURSOS NATURALES NO RENOVABLES

INGENIERÍA ELECTROMECÁNICA

"DISEÑO Y SIMULACIÓN FUNCIONAL DE UN EQUIPO SEMIAUTOMÁTICO DE CLASIFICACIÓN DE ALEVINES DE TRUCHA EN LA PARROQUIA SAN LUCAS DEL CANTÓN LOJA"

Autor:

Byron Enrique Cueva Jumbo

Loja – Ecuador

2011

a. TÍTULO

"Diseño y simulación funcional de un equipo semiautomático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia San Lucas del cantón Loja"

b. PROBLEMÁTICA

b.1. **Antecedentes**

Desarrollar temas de investigación científica es una de las necesidades en los actuales centros de formación profesional. Se debe admitir que estos serían los mejores métodos capaces de proporcionar aplicaciones directas a los conocimientos impartidos. Las altas exigencias de la era moderna, así lo han determinado. Sin embargo, conviene tomar en cuenta un aspecto importante, los limitados recursos con que cuentan estas universidades en los países subdesarrollados (Ecuador) en relación con países de tecnología avanzada, hacen que la capacidad de investigación, sea también limitada. Se cree que existen importantes áreas técnicas, cuyo estudio puede llevarse a término en universidades con notable eficiencia.

Cada día surgen nuevos retos, y a los cuales se deben enfrentar de modo creativo e innovador. Los estilos de trabajo cambian en todo momento y se da una transformación total con la tecnificación de procesos, ayudándonos para generar trabajo y no esperar al solo consumo, sino producir.

La crianza de truchas demanda a seguir estrictos procedimientos, desde cuando son alevines hasta la entrega al cliente, por lo que se está ejecutando la crianza en forma artesanal, desperdiciando los recursos reinantes en la zona de producción.

Uno de los procesos en la crianza de truchas es la clasificación, acción que se ejecuta secuencialmente a lo largo de todo el proceso, permitiendo categorizar la trucha por su tamaño, separando unos de otros ubicándolos en distintos estanques donde este proceso facilita su comercialización.

En nuestro país y más relacionados con nuestra ciudad, esta actividad se la lleva a cabo desde hace mucho tiempo pero lamentablemente todo el proceso se sigue haciendo de una forma tradicional, casi manual, es por esto que se propone realizar un sistema semiautomático que permita clasificar la trucha de una forma rápida y con el menor daño en el mismo.

b.2. **Situación problemática**

En la universidad nacional de Loja en el AEIRNNR a medida del avance tecnológico y científico que viene promoviendo, en los últimos años ha logrado poner en marcha proyectos específicamente vinculados con la comunidad aportando con nuevas tecnologías, mejorando notablemente procesos productivos.

Convencidos de ello, nos hemos propuesto el desarrollo del presente proyecto de Titulación, que tiene como objetivo realizar el "Diseño y construcción de un equipo semiautomático de clasificación de alevines de trucha en la parroquia San Lucas del Cantón Loja."

b.3. **Problema general de la investigación**

La falta de aplicación de nuevas tecnologías en procesos de cultivo integral de trucha en la parroquia "San Lucas" del Cantón Loja.

b.4. **Delimitación**

b.4.1. Problemas específicos

- ✓ La inexistencia de análisis de parámetros para clasificar alevines de trucha (clasificación manual).

- ✓ La falta de un diseño de un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha que facilite su distribución para la crianza.

- ✓ La falta de un prototipo de clasificación de alevines de trucha que facilite y remplace el proceso tradicional de los productores de la parroquia San Lucas del Cantón Loja.

b.4.2. Espacio

El presente proyecto de tesis de grado se lo realizará en la Universidad Nacional de Loja, en el Área de la Energía, las Industrias y los Recursos Naturales no Renovables, como fuente de estudio en aplicación de nuevas tecnologías en sectores productivos, para la cual se utilizarán los talleres y laboratorios con los que cuenta el Área, así como también se hará uso de instrumentos de medición, Internet y de la bibliografía existente en la biblioteca del Área.

b.4.3. Tiempo

El tiempo estimado para realizar el diseño, construcción e implementación sistema de clasificación de alevines de trucha esta dado en un rango de 6 a 8 meses, a partir de la aprobación del proyecto de tesis, tiempo en el cual se deberá culminar con los objetivos propuestos.

b.4.4. Unidades de observación

- ✓ Generalidades de la trucha.
- ✓ Sistemas abrasivos.
- ✓ Bombas centrifugas.
- ✓ Rodamientos.
- ✓ Motores eléctricos.
- ✓ Transmisión de potencia mediante ejes.
- ✓ Equipos de automatización

c. JUSTIFICACIÓN Y VIABILIDAD

c.1. **Justificación**

Toda profesión debe tener una orientación o sentido social para que se justifique su existencia. Partiendo de esta premisa se tiene el convencimiento del papel del Ingeniero Electromecánico como un aporte en el desarrollo de nuestro país.

Loja es muy rico en cuanto a recursos naturales de todo tipo. En todos los cantones de la provincia se cuenta con potenciales.

En la parroquia de San Lucas no se cuenta con la tecnificación en procesos productivos de trucha que satisfaga la necesidad de los productores, por lo que se ve la necesidad de elaborar un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha a través del aprovechamiento de nuevas tecnologías facilitando el trabajo y así se logra fomentar el desarrollo en los pequeños productores de la localidad.

c.2. **Viabilidad**

El presente proyecto se considera viable ya que se dispone con todos los recursos necesarios, tales como: económicos, humanos, fuentes bibliográficas y del tiempo necesario, los mismos que permitirán llevar a cabo el diseño, construcción e implementación del sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha.

d. OBJETIVOS

d.1. **Objetivo General**

Diseñar y simular un sistema semiautomático de clasificación de alevines de trucha a través de la aplicación de nuevas tecnologías de cultivo integral de trucha.

d.2. **Objetivos Específicos**

- ✓ Determinar un sistema que contenga un proceso semiautomático de clasificación de alevines de trucha que compense los parámetros físicos de la clasificación.

- ✓ Diseñar un sistema de clasificación semiautomático de alevines acorde a la crianza integral de trucha de los pequeños productores de la localidad.

- ✓ Simular el funcionamiento de los diversos componentes del equipo diseñado