



**Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

**INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**  
**PROYECTO DE TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE**  
**INGENIERO EN ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:**

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.”

**AUTORES:**

HERRERA JÁCOME JOSÉ RICARDO  
ZAPATA ROJAS CRISTIAN PAÚL

**DIRECTOR:**

ING. CRISTIAN GALLARDO

Latacunga - Cotopaxi

2015



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

### FORMULARIO DE LA APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

En calidad de Miembros del Tribunal de Grado aprueban el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi y por la Unidad Académica de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas; por cuanto, los postulantes:

- Herrera Jácome José Ricardo.
- Zapata Rojas Cristian Paul.

Con la tesis, cuyo título es:

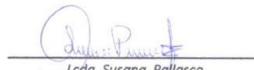
**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS”.** Han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúnen los méritos suficientes para ser sometidos al **Acto de Defensa de Tesis** en la fecha y hora señalada.

Por lo antes expuesto, se autoriza realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 02 de Diciembre del 2015

Para constancia firman:

  
Ing. Edwin Moreano  
PRESIDENTE

  
Lcda. Susana Pallasco  
MIEMBRO

  
Ing. Ángel Hernández  
OPOSITOR

  
Ing. Cristian Gallardo  
TUTOR (DIRECTOR)

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AUTORÍA

Los criterios emitidos en el presente trabajo de investigación “**DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELECTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCION DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.**” Son de exclusiva responsabilidad de los autores.

Latacunga, 02 de Diciembre del 2015

Herrera Jácome José Ricardo  
CI. 050264775-3

Cristian Paul Zapata Rojas  
050345639-4

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Bv. Simón Bolívar s/n Barrio El Florín / San Fallón - Tel: (03) 9959466 - 9959407 - 9959906



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE DIRECTOR DE TESIS

En calidad de Directo de trabajo de investigación sobre el tema: **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS”**.

De los señores estudiantes; Herrera Jácome José Ricardo, Zapata Rojas Cristian Paul, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de tesis** del Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 02 de diciembre de 2015

Cristian Fabián Gallardo Molina

**DIRECTOR DE TESIS**

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE ASESOR METODOLÓGICO

En calidad de **Asesor Metodológico** del Trabajo de Investigación sobre el tema:  
**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO  
AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES  
PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN  
AGROINDUSTRIAS”.**

De los señores estudiantes; Herrera Jácome José Ricardo, Zapata Rojas Cristian Paul, postulante de la Carrera de Ingeniería en Electromecánica.

### CERTIFICO QUE:

Una vez revisado el documento entregado a mi persona, considero que dicho informe investigativo cumple con los requerimientos metodológicos y aportes científicos - técnicos necesarios para ser sometidos a la **Evaluación del Tribunal de Validación de Tesis** que el Honorable Consejo Académico de la Unidad de Ciencias de la Ingeniería y Aplicadas de la Universidad Técnica de Cotopaxi designe para su correspondiente estudio y calificación.

Latacunga, 02 de diciembre de 2015

  
.....  
Dr. Galo Patricio Terán Ortiz  
**ASESOR METODOLÓGICO**

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido / San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Ingeniería  
Agroindustrial

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## AVAL DE IMPLEMENTACIÓN

En calidad de coordinador de la carrera de ingeniería en Agroindustrias certifico que mediante la tesis **“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS”**.

Realizan la entrega los Sres.

- Herrera Jácome José Ricardo
- Zapata Rojas Cristian Paul

De la maquina deshidratadora de semillas con su correcto funcionamiento, para el laboratorio de granos andinos de la carrera de ingeniería de Agroindustrias.

Latacunga, 02 de diciembre de 2015

Ing. Msc. Hernán Patricio Bastidas Pacheco  
C.I: 050188626-1

## **AGRADECIMIENTOS**

En primer lugar agradezco a Dios por brindarme Salud, Vida y poder culminar una etapa más de mi vida agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi por permitirme formar parte de ella así también por todos los conocimientos que me impartieron los docentes quienes me brindaron una educación de calidad.

También de manera especial a mi director de tesis Ing. Cristian Gallardo, por haberme dirigido y ayudado a culminar la tesis.

**Ricardo**

Agradezco a la Universidad Técnica de Cotopaxi a la carrera de ingeniería Electromecánica por la educación y formación de calidad la cual me permite forjarme un camino de ética profesional, a los docentes quienes gracias a sus conocimientos pude culminar una etapa de mi vida y a mi asesor Cristian Gallardo que me ha guiado en el desarrollo de mi tesis.

**Paul**

## **DEDICATORIA**

La presente investigación la dedico de manera especial a mis Padres, quienes supieron estar a mi lado en momentos más difíciles por ese apoyo incondicional en cada etapa de mi vida y poder alcanzar una profesión, como olvidar a personas que supieron brindarme su ayuda y su amistad para poder lograr esta meta tan anhelada

**Ricardo**

Dedico a mis Padres, por el apoyo incondicional en todo momento, gracias a sus consejos y sabiduría, a mi Hermana y Sobrino quienes han estado siempre a mi lado apoyándome y motivándome para culminar esta meta tan esperada, a mis amigos que han estado ahí ayudándome a enfrentar los obstáculos de la vida, con ustedes comparto este triunfo y alegría gracias.

**Paul**

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>CARATULA DE LA TESIS</b> .....	i
<b>AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	ii
<b>PAGINA DE AUTORÍA</b> .....	iii
<b>AVAL DEL DIRECTOR DE TESIS</b> .....	iv
<b>AVAL DEL ASESOR DE LA TESIS</b> .....	v
<b>CERTIFICADO DE IMPLEMENTACIÓN</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vii
<b>DEDICATORIA</b> .....	ix
<b>ÍNDICE GENERAL</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xxi
<b>ABSTRACT</b> .....	xxii
<b>CERTIFICACIÓN DE LA TRADUCCIÓN DEL IDIOMA INGLÉS</b> .....	xxiii
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	xxiv

### CAPÍTULO I

#### 1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes Investigativos .....	1
1.2. Diseño y construcción de un deshidratador eléctrico .....	2
1.2.1. Secado de Semillas .....	2
1.2.1.1. Parámetros de Secado .....	2
1.2.1.1.1. Temperatura de Secado .....	2
1.2.1.1.2. Velocidad de Secado .....	3
1.2.1.1.3. Velocidad del aire .....	3
1.3. Tecnología de Deshidratación .....	3
1.3.1. Parámetros de deshidratación .....	4
1.3.1.1. Curva de equilibrio higroscópico .....	4
1.3.1.2. Temperatura .....	4
1.3.1.2.1. Temperatura de bulbo seco (bs) .....	5

1.3.1.2.2. Temperatura de bulbo humedad .....	5
1.3.1.2.3. Temperatura de rocío o punto de rocío.....	6
1.3.1.3. Humedad.....	6
1.3.1.3.1. Humedad relativa ( $\varphi_{rp}$ ) .....	7
1.3.1.4. Entalpia (h) .....	8
1.4. Procesos de producción de harinas en Agroindustrias .....	8
1.4.1. Practica después de la obtención de la materia prima .....	9
1.4.1.1. Pesado.....	10
1.4.1.2. Selección.....	10
1.4.1.3. Acondicionado .....	10
1.4.2. Deshidratación y Secado de Semillas.....	10
1.5. Tipos de deshidratadores de alimentos.....	10
1.5.1. Secado Natural.....	11
1.5.2. Secado Artificial.....	11
1.5.2.1. Deshidratadores de aire Forzado .....	12
1.5.2.2. Deshidratadores de combustión .....	12
1.5.2.3. Cámara de bandejas o de armario .....	13
1.5.2.4. Horno tipo túnel .....	13
1.5.2.5. Equipo de secado de cintas transportadoras .....	14
1.5.2.6. Torre de secado tipo bandejas giratorias .....	15
1.6. Las Semillas.....	15
1.6.1. Cereales .....	16
1.7. Fundamento de diseño.....	17
1.7.1. Definición de diseño.....	17
1.7.2. Definición de maquina.....	17
1.8. Consideraciones de diseño mecánico .....	18
1.8.1. Diseño Mecánico .....	19
1.8.1.1. Diseño de la cámara.....	19
1.8.1.2. Diseño de bandejas .....	20
1.8.1.3. Diseño del sistema de ventilación .....	22
1.8.1.3.1. Tipo de ventiladores. ....	22

1.8.1.3.2. Selección del ventilador.....	25
1.8.1.4. Diseño de Generación de calor .....	27
1.8.1.4.1. Resistencias calentadoras .....	28
1.8.1.4.2. Selección de las niquelinas.....	28
1.8.2. Materiales y elementos .....	30
1.8.2.1. Fibra de vidrio .....	30
1.8.2.2. Vidrio Templado .....	31
1.8.2.3 Aceros inoxidables .....	32
1.8.2.3.1. Propiedades y clasificación de los aceros inoxidables .....	32
1.8.2.4. Estructura del horno .....	33
1.8.2.4.1. Batidor perfiles estructurales .....	33
1.8.2.5. Soldadura.....	34
1.8.2.5.1. Soldadura por arco eléctrico revestido (smaw) .....	35
1.8.2.5.2. Soldadura metálica con arco eléctrico y gas (mig).....	36
1.8.3. Sistema Eléctrico .....	36
1.8.3.1. Fuente de alimentación.....	36
1.8.3.2. Relé de estado sólido (SSR) .....	37
1.8.3.3. Brecker Eléctrico .....	38
1.8.3.4. Fusibles.....	38
1.8.4. Sistema de Mando. ....	39
1.8.4.1. Sensores.....	39
1.8.4.1.1. Clasificación de los sensores. ....	40
1.8.4.1.2. Sensores de temperatura. ....	40
1.8.4.1.3. Sensor de temperatura termopar. ....	41
1.8.4.1.4. Sensor de temperatura termocupla. ....	41
1.8.4.1.5. Sensores de humedad. ....	42
1.8.4.2. Tablero de Control.....	42
1.8.5. Sistemas Automatizados.....	43
1.8.5.1. Automatización.....	43
1.8.5.1.1. Objetivos de la automatización.....	44
1.8.5.2. Programable Logic Controller (plc) .....	44

1.8.5.3. HMI .....	45
1.8.5.3.1. Funciones del HMI.....	46

## **CAPÍTULO II**

<b>2. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....</b>	<b>47</b>
2.1. Universidad Técnica de Cotopaxi.....	47
2.1.1. Reseña histórica de la carrera de Agroindustrias.....	47
2.1.2. Objetivos .....	48
2.1.3. Misión.....	48
2.1.4. Visión .....	48
2.1.5. Ubicación .....	49
2.2. Diseño Metodológico .....	49
2.2.1. Métodos de Investigación.....	49
2.2.2. Tipos de investigación.....	50
2.2.3. Técnicas de Investigación.....	51
2.3. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes de la Carrera de Agroindustrias.....	58
2.4. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial .....	58
2.5. Investigación de la hipótesis.....	71
2.5.1. Hipótesis planteada.....	71
2.5.2. Hipótesis nula .....	71
2.5.3. Comprobación de la hipótesis .....	71
2.5.4. Análisis en función de la hipótesis .....	76
2.5.5. Recomendaciones .....	76

## **CAPÍTULO III**

<b>3. PROPUESTA .....</b>	<b>77</b>
3.1. Desarrollo de la propuesta .....	77

3.1.1. Tema .....	77
3.1.2. Justificación de la propuesta .....	77
3.1.3. Descripción .....	78
3.1.4. Objetivo general .....	78
3.1.5 .Objetivos específicos.....	78
3.1.6. Marco Administrativo .....	79
3.2. Diseño y construcción del deshidratador eléctrico automático .....	80
3.2.1. Cálculos para las dimensiones del deshidratador .....	80
3.2.1.1 Cálculos de la cámara de secado .....	80
3.2.1.1.1. Altura de la cámara.....	80
3.2.1.2. Cálculos de las de las bandejas.....	81
3.2.1.2.1. Dimensión de las bandejas .....	81
3.2.2. Cálculos del sistema de ventilación.....	83
3.2.2.1. Calculo del ventilador .....	83
3.2.2.1.1. Selección del ventilador de aire.....	83
3.2.2.1.2. Cálculo flujo máximo del aire .....	83
3.2.2.1.3. Cálculo del flujo volumétrico .....	85
3.2.3. Cálculos de las Niquelinas.....	90
3.2.3.1. Cálculo del Balance de Energía.....	90
3.2.3.1.1. Perdida de energía calorífica por conducción del recubrimiento. ....	90
3.2.3.1.2. Cálculo de la potencia requerida en el sistema de calefacción niquelinas. ....	92
3.2.5. Tiempo de secado .....	96
3.3. Análisis Económico del proyecto .....	95
3.3.1. Costos .....	95
3.3.2. Beneficios del deshidratador eléctrico Automatizado .....	98
3.3.3. Determinar el costo de energía .....	98
3.4. Materiales eléctricos y electrónicos seleccionados .....	100
3.5. Conexión Eléctrica .....	105
3.5.1. Programación del PLC .....	108
3.5.2. Proyecto terminado .....	108
<b>Conclusiones</b> .....	109

<b>Recomendaciones</b> .....	110
<b>Glosario</b> .....	112
<b>Bibliografía</b> .....	114

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRAFICO 1.1: Secador de bandejas.....	13
GRAFICO 1.2: Secador de túnel .....	14
GRAFICO 1.3: Secador de cintas transportadoras.....	14
GRAFICO 1.4: Secador de torre .....	15
GRAFICO 1.5: Parte de la semilla .....	16
GRÁFICO 1.6: Soldadura manual de arco eléctrico .....	35
GRÁFICO 2.7: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N°1 .....	53
GRÁFICO 2.8: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N°2 .....	54
GRÁFICO 2.9: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 3 .....	55
GRÁFICO 2.10: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 4 .....	56
GRÁFICO 2.11: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 5 .....	57
GRÁFICO 2.12: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 1.....	59
GRÁFICO 2.13: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 2.....	60
GRÁFICO 2.14: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 3.....	61
GRÁFICO 2.15: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 4.....	62
GRÁFICO 2.16: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 5.....	63
GRÁFICO 2.17: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 6.....	64
GRÁFICO 2.18: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 7.....	65
GRÁFICO 2.19: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 8.....	66
GRÁFICO 2.20: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 9.....	67
GRÁFICO 2.21: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 10.....	68

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1.1: Deshidratadores de aire forzado .....	12
---	----

FIGURA 1.2: Deshidratador de combustión .....	12
FIGURA 1.3: Fuente de calor .....	28
FIGURA 1.4: Fibra de vidrio .....	31
FIGURA 1.5: Vidrio templado.....	31
FIGURA 1.6: Perfiles cuadrados.....	34
FIGURA 1.7: Suelda Mig.....	36
FIGURA 1.8: Fuente de alimentación.....	37
FIGURA 1.9: Relé de estado sólido (SSR) .....	37
FIGURA 1.10: Brecker eléctrico.....	38
FIGURA 1.11: Fusibles .....	39
FIGURA 1.12: Sensor de temperatura termopar .....	41
FIGURA 1.13: Sensor de temperatura termocupla .....	41
FIGURA 1.14: HMI .....	46
FIGURA 3.15: Niquelinas cromadas.....	101
FIGURA 3.16: PLC FP4035-E.....	101
FIGURA 3.17: Modulo FPED-HS-0808RN .....	102
FIGURA 3.18: Modulo FPED-HS-800LC .....	102
FIGURA 3.19: Fuente LP1050D24S.....	103
FIGURA 3.20: Sensor de temperatura HT-51-D .....	103
FIGURA 3.21: Rele SSR-40 .....	104
FIGURA 3.22: Pulsador de emergencia.....	104
FIGURA 3.23: Pulsadores manuales.....	105
FIGURA 3.24: Conductor flexible awg 10 .....	105
FIGURA 3.25: Conductor flxible awg 16 .....	106
FIGURA 3.26: Breker e 20 A.....	106
FIGURA 3.27: Fusibles de 3 y 30 A .....	107
FIGURA 3.28: Porta fusibles .....	107
FIGURA 3.29: Deshidratador .....	108

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

DIAGRAMA 1.1: Flujo de producción de harinas.....	9
DIAGRAMA 1.2: Tipos de sensores de humedad .....	42

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1.1: Composición proximal de las semillas de cereales .....	16
TABLA 1.2: Parámetros del grano de maíz .....	20
TABLA 1.3 Ventiladores axiales .....	23
TABLA 1.4: Ventiladores centrífugos .....	24
TABLA 1.5: Recomendaciones de temperatura y humedad relativa .....	25
TABLA 1.6: Datos de temperatura de aire.....	25
TABLA 1.7: Datos de temperatura del agua .....	25
TABLA 1.8: Calor específico del agua y del aire .....	26
TABLA 1.9: Valores específicos del diagrama de la carta psicométrica.....	29
TABLA 1.10: Población.....	52
TABLA 2.11: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N°1 .....	53
TABLA 2.12: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N°2.....	54
TABLA 2.13: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 3.....	55
TABLA 2.14: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 4.....	56
TABLA 2.15: Análisis e interpretación, pregunta a los docentes N° 5.....	57
TABLA 2.16: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 1 .....	59
TABLA 2.17: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 2.....	60
TABLA 2.18: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 3.....	61
TABLA 2.19: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 4.....	62
TABLA 2.20: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 5.....	63
TABLA 2.21: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 6.....	64
TABLA 2.22: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 7 .....	65
TABLA 2.23: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 8.....	66
TABLA 2.24: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 9 .....	67

TABLA 2.25: Análisis e interpretación, pregunta a los estudiantes N° 10.....	68
TABLA 2.26: Tabla general de la encuesta realizada a los docentes.....	79
TABLA 2.27: Tabla general de la encuesta realizada a los estudiantes.....	79
TABLA 2.28: Tabla para realizar los cálculos de ji cuadrado $\chi^2$ de la encuesta a los docentes .....	70
TABLA 2.29: Prueba del JI CUADRADO .....	72
TABLA 2.30: Tabla de comprobación de a hipótesis .....	74
TABLA 2.31: Tabla de relación entre variables .....	74
TABLA 2.32: Cálculos del JI CUADRADO de las encuestas a los estudiantes.....	75
TABLA 3.34: Dimensiones de las bandejas .....	75
TABLA 2.35: Temperaturas de saturación del agua enthalpy kj/kg .....	81
TABLA 3.36: Tabla del flujo volumétrico .....	84
TABLA 3.37: Datos del ventilador centrífugo.....	86
TABLA 3.38: Valores de la densidad del aire ambiente “Gas ideal del aire” .....	87
TABLA 3.39: Análisis del ventilador .....	88
TABLA 3.40 Energía calorífica de la fibra de vidrio.....	89
TABLA 3.41: Conductividad térmica del vidrio templado .....	90
TABLA 3.42: Propiedades de los materiales utilizados en la cámara .....	91
TABLA 3.43: Costos de elementos del proyecto de investigación.....	92
TABLA 3.44: Análisis de tiempo utilizado en el proceso .....	97
TABLA 3.44: Análisis de tiempo utilizado en el proceso .....	97

## ÍNDICE DE ANEXOS

Tablas de propiedades, figuras y diagramas (unidades sí) .....	ANEXO A1
Tablas de temperaturas agua saturada .....	ANEXO A2
Valores de la densidad del aire ambiente para alturas varias .....	ANEXO A3
Propiedades de gas ideal del aire.....	ANEXO A4
Conductividad térmica fibra de vidrio.....	ANEXO A5
Propiedades generales del vidrio .....	ANEXO A6
Carta psicométrica .....	ANEXO A7

Análisis proximal de temperatura y humedad final de deshidratación .....	ANEXO A8
Análisis proximal de temperatura y humedad final de secado .....	ANEXO A9
Guías de encuestas para la investigación de campo .....	ANEXO B
Valores percentiles correspondientes a la distribución JI cuadrada con V grados de Libertad.....	ANEXO B1
Propiedades de los aceros inoxidables 316 L .....	ANEXO C1
Propiedades de los aceros inoxidables 304.....	ANEXO C2
Propiedades del tubo cuadrado .....	ANEXO C3
Propiedades y medidas de los codos.....	ANEXO C4
Características Ventilador BLOWER.....	ANEXO C5
Materiales eléctricos y electrónicos.....	ANEXO D
Características del PLC FP4035T-E.....	ANEXO D1
Características del PLC FP4035T- E entradas y salidas.....	ANEXO D2
Características del FDEPO800LC .....	ANEXO D3
Características de los conductores .....	ANEXO D4
Programación del PLC .....	ANEXO E
Planos de la máquina .....	ANEXO 3.6
Planos eléctricos .....	ANEXO 3.7
Manual de usuario .....	ANEXO 3.8
Fotos construcción máquina .....	ANEXO 3.9

## RESUMEN

Este trabajo investigativo se basó en la necesidad de diseñar y construir un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semilla de cereales, controlando las variables de tiempo, temperatura, mediante la programación de un sistema de control que permite estar acorde con los avances tecnológicos, el propósito es mejorar la calidad del producto y así lograr optimizar los tiempos en el proceso de secado de semillas tomando en cuenta los porcentaje de humedad establecido por el INIAP. La máquina posee una Interfaz hombre maquina (HMI) amigable con el usuario la cual está programada con varias pantallas las cuales son: Selección de método a utilizar donde tenemos la opción de deshidratación o secado, Información de rango de temperaturas de las distintas semillas, ayuda sobre utilización de las distintas pantalla, selección de los distintos tipos de semillas andinas, manual de conexiones de sensores, módulos de entradas y salidas del PLC, control de proceso para visualizar los datos de tiempo y temperatura, esta posee la opción de calcular el tiempo del proceso de acuerdo al peso del cereal. En la construcción de la maquina se utilizó aceros inoxidable según los estándares de la Norma AISI, para la cámara interna, recubrimiento exterior y el recubrimiento de la cámara de niquelinas. El principio de funcionamiento se basa en la conservación de calor en la cámara interna lo cual se logra con la circulación del aire caliente que es empujado desde la cámara de niquelinas por medio de un ventilador a través del distribuidor de aire hasta a la cámara interna.

**DESCRIPTORES:** Deshidratadores; semillas; Automatización.

**THEME: “DESIGN AND BUILD AN ELECTRIC DRIER AUTOMATED FOR CEREAL SEEDS DRYING OF MANUFACTURING PROCESS IN AGRO-INDUSTRY.”**

**ABSTRACT**

This investigative work was based on the need to design and build an electric dehydrator automated drying of grain seed, controlling the variables of time, temperature, through the programming of a control system that allows to be in line with the technological advances, the purpose is to improve the quality of the product and thus achieve optimize the time in the drying of seeds process taking into account the degree of humidity set by INIAP. The machine has an interface human machine (IHM) user which is programmed with various screens which are friendly: selecting method to use where we have the option of dehydration or drying, temperature range of different seeds information that help to use the different types of Andean seed, selection screen, sensors connections manual , modules of inputs and outputs of the PLC, process control to display the time and temperature data it has the option to calculate the time of the process according to the weight of the cereal. In the construction of the machine was used stainless steel according to the Norma AISI standards, for the internal camera, outer coating and coating of the cameras of inquilines. The operating principle is based on conservation of heat in the internal camera, which is achieved, with the circulation of hot air that is pushed from the Chamber of inquilines by means of a fan through the air handler to the internal camera.

**Key words:** drier, seed, automatization.



Universidad  
Técnica de  
Cotopaxi



Trabajo de  
Grado  
CIYA

COORDINACIÓN  
TRABAJO DE GRADO

## CERTIFICADO

En calidad de docente del centro de idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi, a petición verbal de los interesados Certifico que el contenido correspondiente al ABSTRACT de la tesis Título de la propuesta:

**“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELECTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCION DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.”** De la autoría de **HERRERA JÁCOME JOSÉ RICARDO**, y **ZAPATA ROJAS CRISTIAN PAÚL**, expresa gramática y estructuralmente similar significado, al RESUMEN de mencionado documento.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, facultando a los señores, hacer uso del presente documento en la forma que estime conveniente.

Latacunga, 02 de Diciembre del 2015

.....  
Lic. Mishelle Rosario Velastegui Rodríguez

C.I: 050187099-2

[www.utc.edu.ec](http://www.utc.edu.ec)

Av. Simón Rodríguez s/n Barrio El Ejido /San Felipe. Tel: (03) 2252346 - 2252307 - 2252205

## INTRODUCCIÓN

En distintas partes del mundo el uso de deshidratadores de semillas ha sido utilizado para la extracción artificial de la mayor parte de la humedad. En países tales como Guatemala (Palacios, 2008), Bolivia, Perú (TAQUIRI, 2008) y Colombia (Oliveros C, 2006) se han desarrollado investigaciones sobre este tema expresando que el secado de semillas eficiente es a una temperatura que oscile entre 55°C y 60°C ya que se reduce humedad en la misma del 4% al 13%.

Con el avance de nuevas tecnologías, los procesos industriales han sufrido grandes cambios por lo cual se debe acoplar a nuevos métodos que nos permitirán la reducción de tiempo en el proceso de secado o deshidratación, controlando las variables de temperatura y flujo de aire. Es por eso que nosotros como estudiantes de la carrera de Ingeniería de Electromecánica vemos la necesidad de diseñar y construir un deshidratador eléctrico automatizado con sistemas de control que permitirá mejorar métodos y procesos en el secado de semillas.

El contenido del presente documento consta de tres capítulos. El primero de ellos contiene los conceptos básicos utilizados en un proceso de deshidratación y secado, además enfoca los parámetros requeridos para el diseño y construcción de los elementos que cuenta la máquina y su programación mediante un sistema automatizado.

El capítulo dos hace un análisis de los resultados obtenidos en las encuestas efectuadas a estudiantes y docentes quienes serán los beneficiarios directos de la ejecución de la investigación.

El capítulo tres contiene todos los pasos necesarios para la construcción de la máquina partiendo de los requerimientos funcionales, selección de materiales y diseño de los elementos mecánicos, eléctricos y el control del sistema automatizado empleado en la elaboración de proyectos e intercambio de datos entre autómatas en tiempo real.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1. Antecedentes Investigativos

LÓPEZ, (2013). Es un sistema elaborado en la recreación de los agentes desecantes naturales. Si bien el consumo de energía eléctrica, gas u otro combustible existente, su eficiencia es muy alta, porque es un sistema que sostiene su funcionamiento en el tiempo de secado de frutas.

MORA, (2012). Se ha diseñado y construido una máquina Automatizada para el proceso de secado, con la finalidad de reducir la mano de obra, el tiempo de producción y mejorar la calidad del producto respecto al que se lo obtiene manualmente. Los conocimientos básicos para desarrollar este proyecto, fueron adquiridos en el mercado nacional en plantas industriales donde se trabaja todavía con procesos manuales y permita seleccionar, adaptar, rediseñar e implementar los mecanismos.

NARVÁEZ, (2011). El presente proyecto consiste en el desarrollo de un sistema de secado por medio de la técnica de lecho fluidizado, antes de construir el módulo se realiza un estudio del fenómeno de fluidización y se seleccionan los elementos, sensores y medidores del equipo.

## **1.2. Diseño y construcción de un deshidratador eléctrico**

### ***1.2.1. Secado de semillas***

FILHIO, Marcos. (2005, p. 50) menciona que: “Resalta los efectos del agua sobre las semillas, ya que influye directamente sobre la velocidad e intensidad de la respiración, así como en la actividad de los insectos y microorganismos, la conservación durante el almacenamiento depende del grado de humedad adecuada”.

RODRÍGUEZ, Hernández. (2000, p. 460) dice que: “La técnica de secado es una práctica antigua que ha evolucionado con el tiempo se aplica sobre un extensa gama de productos a nivel doméstico e industrial”.

La deshidratación es un método utilizado desde nuestros antepasados es un proceso en el cual se elimina la humedad de las semillas y permite la conservación y almacenamiento de las mismas ya que en un futuro sirva para el consumo del ser humano.

#### ***1.2.1.1. Parámetros de secado***

##### ***1.2.1.1.1. temperatura de secado.***

CARVALHO, Moreira. (2009, p.165) expresa que: “Los mayores cuidados deben ser tomados con la temperatura del aire de secado, porque va a influir decisivamente sobre la temperatura de la semilla. Hay muchos tipos de secadores y para saber la temperatura adecuada del aire se recomienda verificar la temperatura de las semillas”.

JARAMILLO, Angélica. (2012, p. 25) dice que: “La rapidez de secado es mayor o menor según el valor de la temperatura que depende de la resistencia del material y sus características internas”.

Este parámetro interviene en el proceso de secado y en la calidad de las semillas, es importante encontrar el equilibrio de temperatura, ya que si aumenta, el proceso se acelera, pero la calidad del producto es menor.

#### ***1.2.1.1.2. velocidad de secado.***

La vaporización empieza cuando el contenido de agua del producto llega a la superficie. La rapidez de secado es mayor o menor según el valor de la temperatura que depende de la resistencia de las semillas. Cuando son utilizadas temperaturas mayores puede secarse más rápido; sin embargo, podrá provocar una diferencia de humedad muy grande es universalmente aceptado que la temperatura de secado para semillas no debe subir de 60°C.

#### ***1.2.1.1.3. velocidad del aire.***

Este factor dentro del deshidratador cumple dos funciones, la principal facilita la evaporación de la humedad de las semillas y en lo posterior ayuda en el transporte de a humedad saliente. La forma de la corriente de aire influye en la rapidez del secado, un flujo turbulento es más eficaz que uno lento; en la primera etapa hay una evaporación superior y el tiempo del secado es menor mientras la velocidad sea mayor, por lo que se tiene recomendado un flujo de aire de por lo menos 4m<sup>3</sup>/min.

### **1.3. Tecnología de Deshidratación**

SUAREZ, Diana. (2003, p. 34, 35) menciona que: “Es una técnica artificial basada en la exposición a una corriente de aire caliente bajo condiciones más controladas de temperatura, humedad, velocidad y circulación del aire”.

BAEZ, Enrique. (2011, p. 20, 21) menciona que: “La deshidratación ha sido usado por siglos para preservar diferentes alimentos y es una operación unitaria importante en muchas industrias alimenticias”.

Existen varios métodos para deshidratar y secar los distintos granos de cereales pero el más utilizado es el método artificial con la existencia de la automatización va a permitir controlar variables de temperatura como son las resistencias eléctricas, humedad final y un ventilador para la circulación del flujo de aire.

### ***1.3.1. Parámetros de deshidratación***

#### ***1.3.1.1. Curvas de Equilibrio Higroscópico***

YUNUS, Cengel. (2000, p.6) dice: “Nos ayudan con información sobre los contenidos de humedad que deben alcanzarse en los productos”.

JARAMILLO, Angélica. (2012, p. 26) manifiesta que: “Es la relación expresada en porcentaje entre la presión normal y saturada del vapor de agua a la misma temperatura”.

Si un producto se la expone a un flujo de aire caliente permite disminuir la humedad existente en él, con lo que podemos conocer la cantidad extraída a distintas temperaturas aplicadas.

#### ***1.3.1.2. Temperatura***

ZEMANSKY, Mark. (2010, P. 14) expresan que: “La temperatura de un cuerpo es una medida de su estado de calentamiento o enfriamiento, puede ser medida con un termómetro”.

CORTES, María. (2006, p.30) afirma que: “La temperatura de un cuerpo indica en qué dirección se desplazará el calor al poner en contacto dos cuerpos que se encuentran a temperaturas distintas”.

El deshidratado de un producto se controla mediante la temperatura que depende de la resistencia del material y flujo de aire que va a permitir una corriente de aire.

#### ***1.3.1.2.1. temperatura de bulbo seco (bs).***

GROFF, Rebufel. (2010, p.30) dice: “Temperatura del Bulbo Seco (TBS): Es la temperatura indicada por un termómetro normal, expresada en °C”.

MIRANDA, Ángel. (2005, p.79) menciona que: “Es la temperatura que registra un termómetro ordinario”.

Es la medida con un termómetro convencional de mercurio o similar cuyo bulbo se encuentra seco, a partir de la ecuación (Ecu. 1.1)

$$\Delta T_{\text{aire}} = (T_{\text{aire entrada}} - T_{\text{aire salida}}) \quad \text{Ecu.1.1}$$

**Dónde:**

$\Delta T_{\text{aire}}$  = Variación de la temperatura [°C].

**Taire entrada** = Temperatura de entrada de aire [°C].

**Taire salida** = Temperatura de salida de aire [°C].

#### ***1.3.1.2.2. temperatura de bulbo húmedo.***

GROFF, Rebufel. (2010, p.30) indica que: “Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una mecha de agua en el seno de aire de rápido movimiento cuando se lo pone en contacto con una corriente gaseosa”.

PITA, Edward. (2004, p.177) dice que: “Es la temperatura que indica un termómetro cuyo bulbo está envuelto en una corriente de aire”.

Es la temperatura que da un termómetro bajo sombra, bajo una corriente de aire.

### ***1.3.1.2.3.temperatura de rocío o punto de rocío (pr).***

PESKE, Villela. (2005, p.72) escribe que: “Es la temperatura a la cual comienza su condensación del vapor de agua cuando el aire se enfría”.

Para su verificación se debe graficar, donde basta situar el estado correspondiente del aire húmedo en el diagrama psicométrico puede calcularse mediante la siguiente expresión (Ecu. 1.2)

$$\Delta T_{\text{agua}} = (T. \text{agua salida} - T. \text{agua entrada}) \quad \text{Ecu.1.2}$$

**Dónde:**

$\Delta T_{\text{agua}}$  =Variación de la temperatura del agua [°C].

**T. aguasalida**= Temperatura de salida del agua [°C].

**T. aguaentrada** =Temperatura de entrada del agua [°C].

### ***1.3.1.3. Humedad***

PESKE, Villela. (2005, p.72) expresa que: “La semilla es higroscópica, es decir, absorberá o perderá humedad en función de la humedad relativa del aire (HR), cuando más alta es la temperatura ambiente, más baja será la humedad.

ROLDAN, Viloría. (2002, p. 35) indica que: “La humedad corresponde a la cantidad de vapor acuoso contenido en m<sup>3</sup> de aire”.

Es la relación entre la masa de vapor contenida en el aire, y la masa de aire seco, el método para determinar la cantidad de agua presente en una muestra se basa en la pérdida de peso es calculada mediante la (Ecu.1.3)

$$W = w_o - w_f \quad \text{Ecu.1.3}$$

**Dónde:**

**W**= Relación de Humedad [%]

**w<sub>o</sub>** =Humedad Inicial [%]

**w<sub>f</sub>** = Humedad Final [%].

#### **1.3.1.3.1. humedad relativa ( $\varphi$ ).**

ROLDAN, José. (2005, p. 2) expresa que: “Es la relación de la presión de vapor acuoso contenido en determinado volumen de aire y la presión de vapor de saturante a la misma temperatura”.

JARAMILLO, Angélica. (2012, p. 25) dice: “Si el ambiente se calienta incrementa la capacidad de absorción de humedad hasta que el aire no capte más agua”.

Es cuando a las semillas se les aplica una temperatura constante en un proceso de secado, al culminar comienza la eliminación de agua de creciente. Esto es expresado en datos constantes de la fuerza del aire que ingresa a las semillas y la eliminación del agua si el deshidratador eleva su temperatura, existe mayor eliminación de humedad, hasta llegar al punto que dentro del horno no exista humedades calculada mediante la (Ecu.1.4)

$$\varphi = \frac{P_w}{P_{ws}} \quad \text{Ecu.1.4}$$

**Dónde:**

$\varphi$  =Relación entre la presión vapor de agua y la presión del vapor saturante en [%]

$P_w$  = Presión de vapor de agua [%]

$P_{ws}$  =Presión de vapor saturante [%]

**1.3.1.4. Entalpia (h)**

BABOR, Joseph.(2005, P. 75-80) menciona que: “Es la cantidad de energía de un sistema termodinámico que éste puede intercambiar con su entorno, se debe utilizar el proceso de interpolación que es un método numérico y grafico que permite encontrar datos desconocidos entre o en medio de otros datos ya conocidos”.

PITA, Edward. (2004, p. 177) menciona que: “Es una propiedad extensiva, su magnitud depende de la cantidad de materia presente. En cualquier cambio, físico o químico, es imposible determinar la entalpía de una sustancia en forma absoluta.”.

En algunos casos para encontrar valores exactos de la variación de entalpia se debe utilizar el proceso de interpolación que es un método numérico y grafico que permite encontrar datos desconocidos entre o en medio de otros datos ya conocidos, con el propósito de averiguar el valor aproximado de una magnitud en un intervalo cuando se conocen algunos de los valores que toma a uno y otro lado de dicho intervalo, por lo cual existe una ecuación conocida es calculada mediante la (Ecu.1.5)

$$y = y_0 + (x - x_0) * \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)} \quad \text{Ecu.1.5}$$

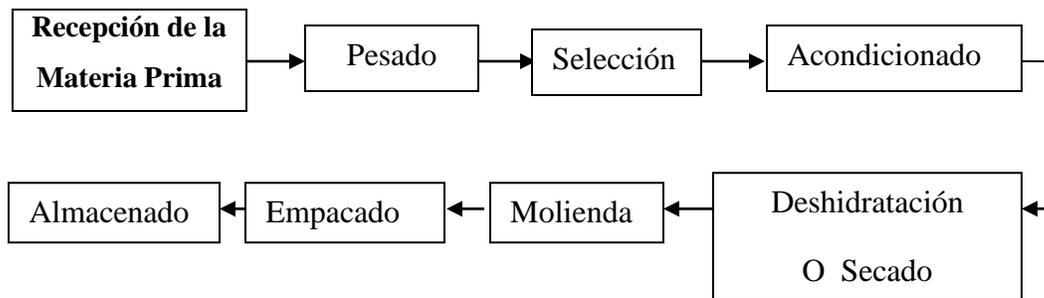
**1.4. Procesos de producción de harinas en Agroindustrias**

La aplicación de la deshidratación se viene realizando desde la antigüedad para la conservación de los alimentos, cada semilla tiene su método de secado y

deshidratación por lo cual existen muchos métodos naturales y artificiales para no causar daños al producto.

Los distintos métodos y equipos consisten en la eliminación casi total de la humedad de la semilla protegiendo al alimento, consiguiendo un producto sano, natural y lo más parecido al original con todos sus beneficios aplicando energías renovables como son frío y calor, el diagrama de flujo (1.1) muestra el proceso que sigue el alimento.

**DIAGRAMA N° 1.1**  
**FLUJO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS**



LASCANO, Alexandra. (2010, p. 56 y 57) dice: “Recepción de la Materia Prima se verifica las condiciones de humedad y temperatura que posee las semillas para el proceso de obtención de harina, cumpliendo cada uno con los requisitos higiénicos y sanitarios.”

Se pone a pruebas de calidad e higiene al producto terminado, se explica el proceso que debe llevar a cabo las semillas antes de llegar al proceso de molienda para la obtención de las distintas harinas o de otras aplicaciones.

#### ***1.4.1. Practica después de la obtención de la materia prima***

Al tener el producto sano y limpio debe aplicarse distintos pasos para llegar al punto exacto de conservación.

#### ***1.4.1.1. Pesado***

El peso es el paso principal para empezar el proceso de secado ya que de ahí se basa la capacidad del horno y su rendimiento.

#### ***1.4.1.2. Selección***

Se seleccionan las semillas más aptas sin riesgos físicos y químicos sin impurezas para llevar a tener un producto higiénico y sano para consumo.

#### ***1.4.1.3. Acondicionado***

Para llegar a tener una semilla apta para su cultivo de 13% de humedad y para la fabricación de harinas de 5% de humedad se debe tener en cuenta la cantidad de humedad inicial y final.

### ***1.4.2. Deshidratación y secado de semillas***

Del diagrama para la obtención de un producto sano y limpio nos basaremos en la etapa de secado y deshidratación.

## **1.5. Tipos de Deshidratadores de Alimentos**

BAEZ, Enrique. (2011, p. 22, 23) manifiesta que: “Existen muchos mecanismos posibles de secado, pero aquellos que controlan el secado de una partícula dependen de su estructura y de los parámetros de secado-condiciones (temperatura, velocidad y humedad del aire)”.

KITINOJA, Rusell. (2008, p. 78) expresa que: “Colocar los alimentos en recipientes o charolas con amplia superficie de evaporación. Esta técnica requiere condiciones climatológicas óptimas, ya que es necesario un gran espacio al aire libre.

Existen muchos tipos de deshidratadores, pero los más aptos son aquellos que pueden controlar a las semillas con mucha humedad o sin ella en todo el proceso para lograr un producto en óptimas condiciones.

### ***1.5.1. Secado Natural***

El secado natural utiliza el viento, el calor y la radiación del sol como energía para evaporar la humedad de la semilla. Es utilizado para pequeñas cantidades de semillas, la energía del sol el calor eleva la temperatura del aire.

El método más utilizado por el costo y al ser natural al manejar el recurso de la temperatura al utilizar la radiación solar, aplicando en cualquier tipo de región, aunque está muy limitada a las regiones de clima templado que varía día con día por la falta de calor y viento.

### ***1.5.2. Secado Artificial***

Las propiedades físicas del aire son modificadas por motivos mecánicos. Para la selección adecuada del método de secado de cada producto se toma en cuenta factores económicos, tecnológicos, ambientales.

Consiste que el producto este sometido a la temperatura producida por una energía artificial ya sea eléctrica o gas, mediante un control de calor y variación del aire que ingresa al producto.

#### ***1.5.2.1. Deshidratadores de Aire Forzado***

Un deshidratador que combina un flujo constante de aire con una fuente externa de calor, las bandejas donde es colocado el producto es cubierta por una plancha de

acero inoxidable para conservar el calor y no dejarlo escapar, mediante un ventilador es empujado el aire caliente hacia el interior del producto ubicado en el costado del deshidratador esparciéndose el aire a todas partes del producto como se muestra en la figura (1.1)

**FIGURA N° 1.1.**  
**DESHIDRATADORES DE AIRE FORZADO**



**Fuente:** FAO. 1985. Prevention of Post-Harvest Food Losses: A Training Manual, (24/08/ 2013).

#### *1.5.2.2. Deshidratadores de combustión*

El deshidratador, consta de un ventilador y una fuente de calor externa accionado con combustible o diésel, trabaja a energía calorífica generada por gas está diseñada con una caldera ubicada en el exterior del horno y es impulsado por un ventilador externo, como muestra la figura (1.2)

**FIGURA N° 1.2.**  
**DESHIDRATADORES DE COMBUSTIÓN**



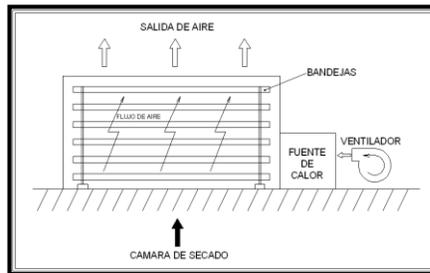
**Fuente:** Clarke, B. 1987. Post-Harvest Crop Processing: Some Tools, (24/08/ 2014).

### 1.5.2.3. Cámara de Bandejas o de Armario

Está formado por una cámara interna la cual contiene un ducto el cual empuja el aire caliente hacia el número de bandejas que contenga a diferente distancia, el aire que ingresa es empujado por un ventilador colocado a un costado del horno, pasando por la cámara de niquelinas que calienta el aire que va ser empujado al interior de la cámara interna, como se muestra en el grafico (1.1)

Por las necesidades existentes en Agroindustrias y la falta de un deshidratador de semillas y previo el estudio económico para desarrollar el proyecto optamos por la construcción de una cámara de bandejas para deshidratar las semillas mediante resistencias eléctricas y un ventilador que empuje el aire caliente. La cámara estará diseñada en acero inoxidable para conservar mejor el calor en las paredes internas.

**GRAFICO N° 1.1.**  
**SECADOR DE BANDEJAS**

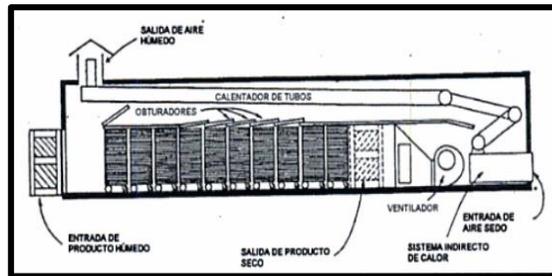


**Fuente:** Maupoey, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire.

### 1.5.2.4. Horno tipo Túnel

Este tipo de secadores se basa en el movimiento continuo del flujo de aire en la cámara de secado, permitiendo secar el producto de una forma uniforme, debido a la forma de circulación del aire y a la producción que trate de secar está diseñado para cargas muy elevadas, como se observa en el grafico (1.2)

**GRAFICO N° 1.2.**  
**SECADOR DE TÚNEL**



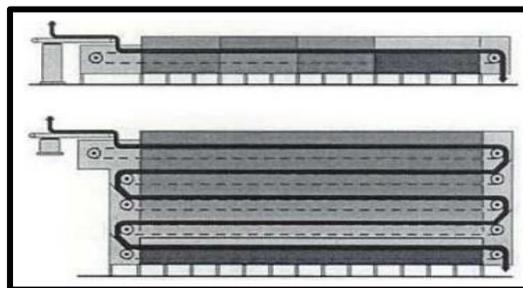
**Fuente:** Maupoey, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire.

#### ***1.5.2.5. Equipo de secado de cintas transportadoras***

El secador de este tipo es mediante cintas transportadoras que permite que el producto este en constante movimiento, permitiendo que el aire realice su circulación de deshidratado, debido al movimiento que se genera en las cintas transportadoras el secado es acelerado ya que las semillas están en contacto directo con la fuente de calor y depende de la humedad inicial que contengan no permite perdidas de flujo.

Es uno de los deshidratadores más utilizados por su alto rendimiento y efectividad, su mantenimiento y utilización es muy fácil, como se muestra en el grafico (1.3)

**GRAFICO N° 1.3.**  
**SECADOR DE CINTAS TRANSPORTADORA**

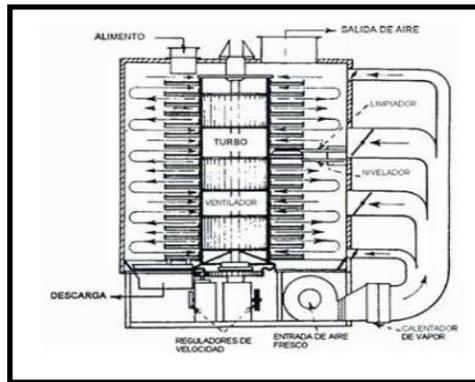


**Fuente:** Maupoey, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire.

### 1.5.2.6. Torre de secado tipo bandejas giratorias

Este tipo de secador por bandejas giratorias permite el secado de una forma vertical, permitiendo que el producto gire las bandejas están colocadas una encima de otra el grano cae por la parte superior y su secado sea de forma uniforme durante periodos cortos de tiempo, por el movimiento que realiza de forma giratoria las semillas pierden más humedad, como se encuentra en el grafico (1.4)

**GRAFICO N° 1.4.**  
**SECADOR DE TORRE**



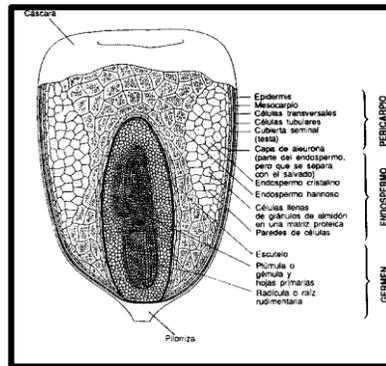
**Fuente:** Maupoey, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire.

## 1.6. Las Semillas

Código alimentario-Alimentos. “Las semillas constituyen la base principal de la alimentación humana y como materia prima son componentes fundamentales en la industria alimentaria”.

Las principales semillas son cereales leguminosas cada especie tiene sus características y propiedades físicas que inciden en factores para su conservación como temperatura humedad y tiempo si se controlan estas variables pueden asegurar una vida larga con contenidos de humedad del 15% al 13% pueden conservar su vida útil y su fertilidad, como se muestra en la figura (1.5) partes de la semilla.

**GRAFICO N° 1.5.**  
**PARTES DE LA SEMILLA**



**Fuente:**<http://www.google.com.ec/search?q=partes+del+semilla&tbm=isch&tb,>(15/10/2013).

**1.6.1. Cereales**

FERSINI, Maroto. (2000, p.11) expresa que: “Los cereales tienen un porcentaje muy especial para la humanidad ya tienen un contenido proteico y permite que el ser humano tenga sus niveles de proteínas indicados.”

Código alimentario-Alimentos: menciona que: “Cereales y sus derivados son ricos en carbohidratos, en sales minerales particularmente en fosforo y calcio, contienen minerales, carbohidratos, proteínas, y humedad, están indicados los porcentajes de los cereales, como se muestra en la tabla (1.1)

**TABLA 1.1: Composición proximal de las semillas de cereales.**

	Avena %	Arroz %	Centeno %	Quinoa %	Maíz %	Trigo %	Cebada %
<b>Carbohidratos</b>	68.9	68.9	68.9	68.9	73	73	73.5
<b>Proteína</b>	11	11	11	12	11.2	11.2	11
<b>Minerales</b>	1.9	1.9	1.9	1.6	0.7	0.7	0.6
<b>Humedad</b>	10.5	10.5	10.5	11.6	13.1	13.1	12.8

**Fuente:** Iniap, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2008

## **1.7. Fundamento de diseño**

### ***1.7.1. Diseño***

SMITH, Ralph. (2008, p.454) manifiesta que: “El diseño de ingeniería es el proceso de idear un sistema, componente o proceso para satisfacer ciertas necesidades, es un proceso de toma de decisiones a menudo interactivo en que las ciencias básicas, las matemáticas y las ciencias de la ingeniería se aplican.”

MATTOLIN, Ángel. (2010, p.76) dice: “El diseño mecánico significa una tarea compleja que requiere de muchas habilidades. La complejidad del tema requiere una secuencia en la que las ideas se presentan y se revisan, diseñar”.

El diseño es un proceso de formular un plan para la satisfacción de una necesidad específica o resolver un problema de ingeniería se caracteriza por utilizar métodos, técnicas, con el fin de generar procesos científicos que lleguen a ser ejecutados.

### ***1.7.2. Maquina***

MABIE, E. (2004, p. 21) expresa: “Una máquina es un aparato creado para aprovechar, regular o dirigir la acción de una fuerza. Estos dispositivos pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto”.

CASTILL, Arturo. (2005, p. 4) comenta: “Una máquina es un aparato creado para aprovechar, regular o dirigir la acción de una fuerza. Estos dispositivos pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto, por medio de la combinación de mecanismos, maniobras utilizando fuerzas, velocidades, u otras formas de generar funciones de trabajo”.

Una maquina pueden recibir cierta forma de energía y transformarla en otra para generar un determinado efecto, por medio de la combinación de mecanismos, maniobras utilizando fuerzas, velocidades.

## 1.8. Consideraciones en Diseño Mecánico

Para que el diseño de la maquina sea completa debe cumplir con ciertos parámetros.

- **Capacidad.-** Espacio donde se coloca el producto en kilogramos las semillas deben ser pesadas antes de la colocación fácil manejo y limpieza y materiales normalizados. .
- **Construcción.-** En materiales anticorrosivos especificados para alimentos resistentes al calor y fáciles de limpiar. Deben tener aislamiento térmico en las paredes internas y externas, un flujo de aire uniforme para todo el horno, número de bandejas necesarias para no desperdiciar espacio y fácil deslizamiento de malla de acero inoxidable.
- **Piezas.-** Fuente de calor mediante resistencias eléctricas aisladas en una cámara, fácil de cambiar o reemplazar las resistencias, consumo energético adecuado para los dispositivos de protección, sensores de temperatura y humedad resistentes a altas temperaturas, ventilador con gran capacidad.
- **Economía.-** Costos en los materiales mecánicos perfiles cuadrados de acero inoxidable, planchas de acero inoxidable, dimensiones del horno entre más pequeño menos gastos económicos. .
- **Seguridad.-** Sin fugas de aire conexiones eléctricas en buen estado, componentes eléctricos de seguridad correctamente conectados para prevenir cortocircuitos, manual de mantenimiento y seguridad.

### ***1.8.1. Diseño Mecánico***

CASTAÑO, Andrés. (200, p.5) expresa que: “La importancia de conocer el proceso de diseño y selección de un componente mecánico, se caracteriza por ser un proceso que aplica diversas técnicas y principios científicos conocidos, con el propósito de definir objetos o sistemas mecánicos”.

HERNÁNDEZ, Ricardo. (2000, p. 2) dice: “Las dimensiones de la cámara del deshidratador son dadas por la comodidad de los materiales que vamos a utilizar para su mejor utilización y maniobrabilidad que se dan, según el número de bandejas, la cámara de resistencias y los canales para la circulación del aire”.

#### ***1.8.1.1. Diseño de la Cámara***

- Debe resistir altas temperaturas a las que trabaje sin fallas
- No debe existir mal formaciones de los aceros inoxidable de la cámara de secado no debe cambiar su forma original.
- Debe estar sometida a cálculos de diseño para no desperdiciar material.

Las dimensiones del secador son determinadas según la capacidad de secado, se determina según la (Ecu.1.6)

$$\rho = \frac{m}{l \times a \times h} \quad \text{Ecu.1.6}$$

**Dónde:**

**l** =Largo [m]

**a**=Ancho [m]

**m**=Capacidad de secado [kg]

**$\rho$**  = Densidad de la semilla [kg/m<sup>3</sup>]

### 1.8.1.2. Diseño de Bandejas

Para el diseño de las bandejas se tomara como referencia la investigación en la tesis de los Señores GUZMAN Santiago, MEYTHALOER Jorge. El diseño de las bandejas tiene tres parámetros importantes:

- El peso y el diámetro de las semillas.
- Las medidas del horno.
- Fácil manejo de las bandejas y sus dimensiones.

Tomaremos como dato el peso de la semilla de maíz como base, debido a su factor de carga y su densidad, para mayor utilidad del área total, como se muestra en la tabla (1.2.)

**TABLA N° 1.2: Parámetros del grano de Maíz**

Propiedades	Símbolo	Valor	Unidades
Área Superficial Promedio	AS	1.54	cm <sup>2</sup>
Humedad en Base Seca Inicial	X <sub>do</sub>	4	Kg agua/Kg seco
Volumen Promedio	VU	1.437x10 <sup>-6</sup>	m <sup>3</sup>
Densidad	ρ <sub>U</sub>	2.09	gr/cm <sup>3</sup>
Masa de producto final deshidratado	Cd	12.5	Kg

**Fuente:** Escuela Politécnica del ejército, facultad de ingeniería mecánica, Tesis de grado, DE GUZMÁN, Enrique

Calcular el área de superficie por kilogramo de las semillas, el cual se obtiene a través de la (Ecu.1.7)

$$\mathbf{Ams} = \mathbf{As} \times \frac{1 + Xdo}{Vu \times pu} \quad \mathbf{Ecu.1.7}$$

**Dónde:**

**Ams** = Área de superficie por Kg. De materia seca [m<sup>2</sup>/Kg]

**As** = Área superficial promedio [cm<sup>2</sup>]

**Xdo** = Humedad del producto en base seca [Kg agua/Kg seco]

**Vu** = Volumen promedio del producto [m<sup>3</sup>]

**pu** = Densidad del producto [Kg/m<sup>3</sup>]

**1** = Numero constante

Para luego determinar el área de superficie de secado, mediante la (Ecu. 1.8):

$$\mathbf{Asec} = \mathbf{Ams} \times \frac{Cd}{Fcu} \quad \mathbf{Ecu.1.8}$$

**Dónde:**

**Ams** = Área de superficie por Kg. De materia seca [m<sup>2</sup>/Kg]

**Asec** = Área de superficie de secado. / [m<sup>2</sup>]

**Cd** = Carga de producto final deshidratado. / [Kg]

**Fcu** = Factor de carga para las semillas.[Kg]

Ahora podemos calcular el número de bandejas necesarias (n band) para el peso establecido, lo cual se obtiene a través de la (Ecu 1.9)

$$\mathbf{n_{band}} = \frac{\mathbf{Asec}}{\mathbf{Aband}} \quad \mathbf{Ecu.1.9}$$

Para acelerar el secado de las semillas, las bandejas van a ser diseñadas en malla de acero inoxidable para una mejor uniformidad de secado con lo que ahora podemos determinar el número de bandejas necesarias, mediante la (Ecu. 1.10)

$$A_{Tsec} = Z_{nband} \times A_{band} \quad \text{Ecu.1.10}$$

**Dónde:**

$A_{Tsec}$ : Área total de secado. / [m<sup>2</sup>]

$Z_{nband}$ : Numero de bandejas.

$A_{band}$ : Área de carga por bandeja. / [m<sup>2</sup>]

### ***1.8.1.3. Diseño del sistema de ventilación***

SERNA, Jesús. (2010, p.3) expresa que: “Para obligar al aire a que circule por las bandejas dentro de la cámara de secado, se necesita generar una corriente o flujo producto de una diferencia de presión, la misma que se consigue con la utilización de un ventilador”.

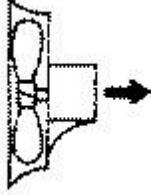
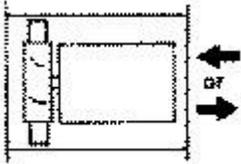
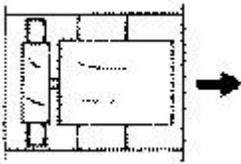
El ventilador es una de las partes más importantes del proyecto ya que puede acumular y generar altas presiones de aire que empujaran el aire caliente hacia el interior del deshidratador.

#### ***1.8.1.3.1. tipos de ventiladores.***

- ***Ventiladores Axiales***

Son aquellos en los cuales el flujo de aire sigue la dirección del eje del mismo es la parte más importante del deshidratador existiendo esencialmente tres tipos, axiales, centrífugo con las hélices para atrás y centrífugo con hélices para delante, se observa en la tabla (1.3) los ventiladores axiales.

**TABLA N° 1.3: Ventiladores Axiales**

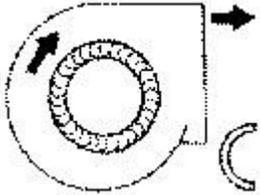
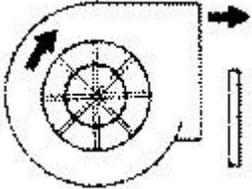
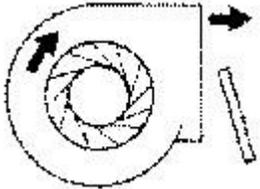
VENTILADOR	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
 <p>HELICOIDAL</p>	<p>Ventiladores utilizados para generar grandes cantidades de aire a bajas presiones. Poseen bajo rendimiento.</p>	<p>Se utiliza en movimiento y extracción de aire en máquinas industriales. Se colocan en conductos o tuberías.</p>
 <p>TUBE AXIAL</p>	<p>Tienen rango superior al anterior y genera una presión estática. Fijas o ajustables los ángulos, generan una presión medias y altas de aire, indicado para flujos de aire alto y bajos, No está limitado.</p>	<p>Se utiliza en ductos de ventilación, para empujar aire caliente hacia el interior con la necesidad de una alta presión</p>
 <p>VANE AXIAL</p>	<p>El diseño del ventilador con su sistema de aspas AIRFOIL fijas o ajustables los ángulos, generan una presión medias y altas de aire.</p>	<p>Tiene amplio campo de aplicación, pero su mayor ventaja su flujo de aire es casi uniforme que genera presiones aún más mayores. Su fácil manejo y colocación gracias a su tamaño pequeño.</p>

**Fuente:** SERNA, Jesús. Autores científicos técnicos y académicos, ventiladores centrífugos, México; 2010, p.3.

- **Ventiladores Centrífugos:**

Su aplicación es muy útil porque su flujo de aire puede cambiar su dirección, en diferentes ángulos, entre la entrada del ventilador y la salida del aire, a continuación se muestra la tabla (1.4) los ventiladores centrífugos.

**TABLA N° 1.4: Ventiladores centrífugos**

VENTILADOR	DESCRIPCIÓN	APLICACIÓN
 <p data-bbox="326 919 610 1003">CURVADAS HACIA ADELANTE</p>	<p data-bbox="675 730 995 982">Tiene un rotor con aspas curvadas, indicado para flujos de aire alto y bajos, No está limitado.</p>	<p data-bbox="1027 688 1360 940">Su utilización es para instalaciones de aire acondicionado de bajas presiones y ductos de calefacción.</p>
 <p data-bbox="334 1312 602 1346">PALAS RADIALES</p>	<p data-bbox="675 1087 995 1339">Consta de unas aspas radiales, su diseño es simple y fácil manejo pero sin mucho rendimiento.</p>	<p data-bbox="1027 1129 1360 1325">Su utilización es aplicada en maquinaria industrias, dando mantenimiento a las máquinas.</p>
 <p data-bbox="358 1652 578 1686">HACIA ATRÁS</p>	<p data-bbox="675 1428 995 1680">Su rotor está diseñado con aspas planas y curvas, Uno de los ventiladores de mejor rendimiento.</p>	<p data-bbox="1027 1432 1360 1627">Se aprovecha para ventilación en aire acondicionado. Puede ser usado para ventilación.</p>

**Fuente:** SERNA, Jesús. Autores científicos técnicos y académicos, ventiladores centrífugos, México; 2010, p.3.

### ***1.8.1.3.2. selección del ventilador.***

Con el dato de la presión estática, el flujo máximo de aire se analiza las características técnicas del ventilador para escoger el más idóneo para nuestro proyecto. Como para el cálculo del flujo máximo existe un parámetro necesario para su desarrollo, se necesita la variación de la temperatura del agua y aire. A continuación se presentan las tablas que muestran los datos mencionados.

**TABLA N° 1.5: Recomendaciones de temperatura humedad relativa**

<b>DATOS:</b>	<b>MAÍZ</b>
Humedad Inicial "Wo"	60%
HumedadFinal "Wf"	13%
PesodelProducto "m"	10Kg

**Fuente:** Iniap (2008).

**TABLA N° 1.6: Datos temperaturas del aire**

<b>AIRE</b>	<b>CANTIDAD °C</b>
Temperatura Entrada	60°C
Temperatura Salida	33 °C
Temperatura Promedio	45° C

**Fuente:** Iniap (2008).

**TABLA N° 1.7: Datos temperaturas del agua**

<b>AGUA</b>	<b>CANTIDAD °C</b>
Temperatura Entrada	17 °C
Temperatura Salida	50 °C
Temperatura Promedio	34 °C

**Fuente:** Iniap (2008).

**TABLA N° 1.8: Calor específico del agua y el del aire**

AIRE Y AGUA	CANTIDAD
$C_p$ aire	1,005 aireKJ/Kgaire seco
$C_p$ agua	1,8723 agua KJ Kg aire seco)

**Fuente:** Yanus (2000).

Para calcular el flujo máximo del aire se determina con la (Ecu 1.11)

$$\mathbf{m_{aire}} = \frac{mw*(Cpw*\Delta T_{agua}+hfg)}{t*\eta s*Cpa*\Delta T_{aire}} \quad \mathbf{Ecu.1.11}$$

**Dónde:**

$\dot{m}_{aire}$  =Flujo máximo del aire [Kg/s].

$m$  = Masa del producto [Kg].

$w$  = Humedad del producto [%].

$C_{pw}$  =Calor específico del agua [KJ/Kg. °K].

$\Delta T_{agua}$  =Variación de temperatura del agua [°C].

$h_{fg}$  =Diferencia de Entalpías [KJ/Kg].

$\eta s$  =Eficiencia que tiene la máquina [%].

$C_{pa}$  =Calor específico del aire [KJ/Kg.°k].

$\Delta T_{aire}$  = Variación de Temperatura del aire. [°C].

$t$  = Tiempo Estimado

Flujo de aire Volumétrico, se determina con la (Ecu. 1.12)

$$\mathbf{Q = A * V} \quad \mathbf{Ecu.1.12}$$

**Dónde:**

$Q$  =Flujo Volumétrico en m<sup>3</sup>/s.

$A$  = Área que circula el aire en m<sup>2</sup>.

$V$ = Velocidad por la que circula el aire en m/s.

Flujo de aire máximo, se determina mediante la (Ecu. 1.13)

$$m_{aire} = \rho V + A \quad \text{Ecu.1.13}$$

**Dónde:**

$m_{aire}$  =Flujo máximo del aire [Kg/s]

$\rho$  = Densidad del aire [Kg/m<sup>3</sup>]

$V$  = Velocidad del flujo del aire [m/s].

$A$  = Area por donde circula el aire [m<sup>2</sup>]

#### ***1.8.1.4. Diseño de Generación de calor***

BAEZ, Manuel. (2011, p. 43) dice que: “Para que el secado de semillas se ejecute en menor tiempo es necesario contar con una temperatura adecuada dentro del sistema, la cámara de resistencias eléctricas es la encargada de controlar este factor”.

PÁEZ, Marcelo. (2012, p.31) dicen que: “Un sistema que se basa en la generación de calor mediante niquelinas o resistencias que se fundamenta en el principio de que para un material pueda conducir la corriente eléctrica debe existir en su interior cargas móviles capaces de conducir la electricidad”.

Un correcto aislamiento en la cámara permite conservar el calor que impide que bajen la temperatura en las paredes internas, la transferencia de calor se da desde el interior del horno hacia el ambiente.

#### ***1.8.1.4.1. resistencias calentadoras.***

Convierten energía en energía calorífica mediante la circulación del aire por las resistencias calientes libera calor al aire tienen amplia aplicación industrial y doméstica en sistemas de calefacción y en los diferentes sistemas de deshidratación, como se indica en la figura (1.3)

**FIGURA N° 1.3.  
FUENTES DE CALOR**



**Fuente:** <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4615/1/CD.pdf>, (22/ 04/2014).

#### ***1.8.1.4.2. selección de las niquelinas.***

Además la generación de calor, al ser elementos que proporcionan calor por medio de electricidad en diferentes aplicaciones, por lo que se eligen de acuerdo a la potencia que ellas trabajen, por lo cual se toman en cuenta la siguiente:

$$Q_{\text{Conducción}} = K * A * \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \text{Ecu.1.14}$$

**Dónde:**

$Q_{\text{Conducción}}$  = Calor transmitido por conducción [W].

$K$  = Constante de conductividad térmica del material [W/mK].

$A$  = El área por el cual circula el calor transmitido [m<sup>2</sup>].

$\Delta T$  = Variación de la temperatura inicial y final [°C].

$\Delta x$  =La variación de la posición [m].

Para calcular la variación de entalpías, se puede determinar por medio de la carta psicométrica que nos va a proporcionar valores en rangos aceptables se observa que al momento de graficar en la carta psicométrica se pudo hallar los siguientes valores  $h_1$  y  $h_2$ , procedemos a desarrollar el cálculo, hay que tener como dato principal que  $\Delta h$  es igual a  $(h_2 - h_1)$ , como se puede observar en la tabla (1.9)

**TABLA N° 1.9: Valores específicos del diagrama psicométrico**

<b>T1 y T2:</b>	<b>HR:</b>	<b>W:</b>	<b>h1 y h2</b>
17°C	60%	0,012 Kg/Kg aire seco	47 KJ/Kg aire seco
60 °C	13%	0,012 Kg/Kg aire seco	106 KJ/Kg aire seco

**Fuente:** Yanus (2000).

Ecuación de la Potencia requerida en W, mediante la (Ecu. 1.15)

$$P = Q * \Delta h \qquad \text{Ecu.1.15}$$

**Dónde:**

$P$  =Potencia requerida en W.

$Q$  =Calor transmitido por un cuerpo en kg/s

$\Delta h$  = Variación de entalpías Kg aire seco.

## ***1.8.2. Materiales y Elementos***

Se detalla las características de los materiales y elementos para la construcción y diseño del deshidratador. Las medidas deben cumplir las normas especificadas de diseño considerando la ingeniería del horno, la eficiencia debe ser muy alta, porque es un sistema que prioriza su funcionamiento en el tiempo estimado que se llevara de manera interrumpida, esto acorta los tiempos de secado.

### ***1.8.2.1. Fibra de Vidrio***

FITZER, Erich. (2003, p. 5) dice que: “Fibra de vidrio es un material que consta de numerosos filamentos y extremadamente fino de vidrio. La fibra de vidrio se conoce comúnmente como un material aislante”.

MORALES, Sergio. (2008, p.7) dice que “La fibra de vidrio es un material estructural de ingeniería son incombustibles, no absorbentes y químicamente estables. Resisten al ataque de hongos u otras formas de deterior del material”.

- Resiste altas temperaturas
- Es anti inflamable
- Biológicamente inerte
- Resiste a la intemperie y a una gran cantidad de contaminantes químicos
- Baja conductividad térmica.

Se puede utilizar elementos de soporte con productos poliméricos de manera manual se puede conformar plásticos reforzado de vidrio, lo que consiste en polímero reforzado con fibra, para aislamiento térmico y evitar fugas de calor, una forma de material compuesto consistente en polímero reforzado con fibra como se observa en la figura (1.4)

**FIGURA N° 1.4.**  
**FIBRA DE VIDRIO**



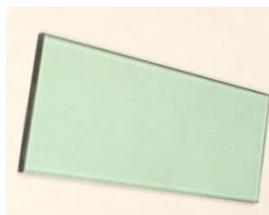
### ***1.8.2.2. Vidrio Templado***

VIDRESIF, Vidrio templado vidrio termo endurecido dice que: “Es un tipo de vidrio de seguridad, procesados por tratamientos térmicos o químicos, para aumentar su resistencia en comparación con el vidrio normal”.

AMEVEC, Asociación Mexicana de Ventanas y Cerramientos; Vidrio templado (2008, p.2-3) dice que: “El vidrio templado es un vidrio de seguridad, al que mediante tratamiento térmico se le ha incrementado la resistencia estructural del mismo sin alterar sus propiedades”.

Se coloca el vidrio templado en las superficies exteriores en compresión y las superficies internas en tensión los resultados son que al romperse el vidrio templado se desmenuce en pequeñas partes en lugar de astillar en fragmentos dentados, se observa en la figura (1.5) el vidrio templado

**FIGURA N° 1.5.**  
**VIDRIO TEMPLADO**



### ***1.8.2.3. Aceros Inoxidables***

IBARRA, Mauricio. (2000, p. 12) dice. “Los aceros inoxidables son aleaciones a base de hierro, cromo, carbono y otros elementos principalmente, níquel, molibdeno”.

BOHMAN, Iván. (2000, p. 12) manifiesta: “Los aceros inoxidables ferríticos son aleaciones de hierro y cromo que contienen un mínimo de 11% de cromo, deben su resistencia a la corrosión a la capa pasiva que forma, que no es más que una capa de óxido de cromo y níquel.

Los aceros al carbono son oxidables, sin acepción por lo que se considera que acero inoxidable, es acero poco oxidable, sus grados de oxidación varia en condiciones en función de la concentración de ciertos elementos.

#### ***1.8.2.3.1. propiedades y clasificación de los aceros inoxidables.***

Se debe considerar el uso para el cual se le va a dar a los aceros inoxidables al momento de la selección, la resistencia a la corrosión, agentes agresivos y su característica de soportar altas temperaturas

- ***FerríticosSerie 400***

Propiedades de los aceros ferríticos de serie 400 es resiste a la corrosión considerada moderada o buena, la aleación de molibdeno, cromo aumenta la resistencia al material de acero inoxidable, endurecida de manera moderada o buena para trabajos en frio o térmicos el tratamiento térmico no los endurece ni los deforma, son magnéticos que soportan mejor la soldadura.

- ***Austeníticos Serie 300.***

Los aceros inoxidable Austeníticos son aleaciones de hierro, cromo y níquel. La estabilidad de la capa pasiva dependerá del medio en que trabaje, acabado superficial, tipo de acero, etc. La adición de otros elementos, como níquel, cromo, cobre, etc. mejora la resistencia a la corrosión

Las propiedades básicas son:

- Resistentes a la corrosión.
- Endurecidos por trabajo en frío y no por tratamiento térmico.
- Excelente soldabilidad. Excelente factor de higiene y limpieza.
- Formado sencillo y de fácil transformación. Habilidad para manejar temperaturas altas temperaturas (hasta 925 grados).
- Alta resistencia a la tensión.

#### ***1.8.2.4. Estructura del horno***

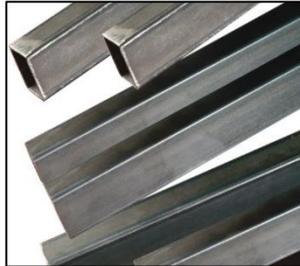
##### ***1.8.2.4.1. bastidor perfiles estructurales.***

MALONEY, Timothy.(2006, p. 76) señala que: “La estructura de un objeto se define como el conjunto de elementos unidos entre sí que le permiten mantener su forma y tamaño sin deformarse, la cual no va a estar sometida a ningún esfuerzo mecánico solo a esfuerzo debido a la temperatura en su interior”.

MOTT, Robert. (2000, p. 18) dice que. “Los fabricantes estructurales de acero se suministran un gran conjunto de perfiles estructurales estandarizados, eficientes en el uso del material 35y fáciles de especificar e instalar en estructuras de construcción”.

Este tipo de tubos son muy utilizados en las estructuras de maquinaria porque tiene buenas propiedades transversales para elementos cargados a la flexión como vigas, y para la carga de torsión, porque la sección transversal es cerrada, se observa en la figura (1.6)

**FIGURA N° 1.6.**  
**PERFILES CUADRADOS.**



**Fuente:** [www.ahmsa.com](http://www.ahmsa.com), (07/ 08 2014).

#### ***1.8.2.5. Soldadura***

BOHMAN, Iván. (2000, p. 12) expresa que. “La soldadura es un proceso de unión entre metales por la acción del calor, clasificación de la soldadura”.

MONROY, Cristóbal. (2006, p. 63) menciona que. “El procedimiento de soldadura por arco consiste en provocar la fusión de los bordes que se desea soldar mediante el calor intenso desarrollado por un arco eléctrico”.

Existe varias formas de realizar dicha unión, entre los procesos de mayor utilización están principalmente aquellos que emplean como fuente de calor el arco voltaico.

**a) Aceros AISI 304:** Recomendado electrodos recubiertos AWS E308I-17. Marca ESAB corresponde a electrodos Ok 61.30. En soldadura Tig, la norma AWS indica ER 308LSI.

b) **Aceros AISI 316:** Recomendado electrodos recubiertos AWS E316L-17. Marca ESAB Corresponde a electrodos Ok 63.30.

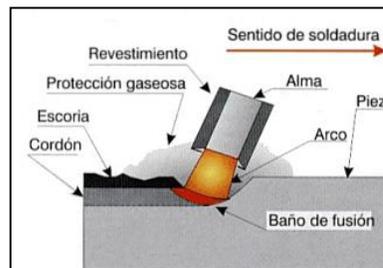
c) **Acero AISI 310:** Recomendado soldaduras refractarias que soporten alta temperatura. En AWS corresponde a E310-16. Marca ESAB se designa por OK 67.

#### ***1.8.2.5.1 soldadura por arco eléctrico revestido (smaw).***

Soldadura por arco eléctrico mediante bordes en fusión de las piezas y el material fundido que se separa del electrodo se mezcla íntimamente formando al enfriarse una pieza única, resistente y homogénea, como se puede observar en el grafico (1.6)

### **GRAFICO N° 1.6.**

#### **SOLADURA MANUAL CON ARCO ELÉCTRICO**



**Fuente:** [www.ahmsa.com](http://www.ahmsa.com), (07/ 08 2014).

#### ***1.8.2.5.2. soldadura metálica con arco eléctrico y gas (mig).***

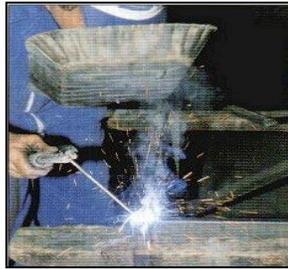
MONROY, Cristóbal. (2006, p. 63) señala que: “Aquí se sustituye el electrodo refractario de wolframio por un hilo de alambre continuo y sin revestimiento que se hace llegar a la pistola junto con el gas”.

MONROY, Cristóbal. (2006, p. 70) dice que: “El Tungsten Inert Gas emplea un electrodo permanente de tungsteno, aleado a veces con torio o zirconio en porcentajes

no superiores a un 2%. El tungsteno (funde a 3410 °C), acompañada de la protección del gas”.

Es una de las formas más útiles y utilizadas para soldar los aceros inoxidable la soldadura por arco eléctrico puede realizarse empleando corriente continua o alterna. La tensión más ventajosa en corriente continua es de 25 a 30 voltios, como se observa

**FIGURA N° 1.7.**  
**SUELDA MIG.**



**Fuente:** Carlossaiz.blogspot.com, (16/01/2014).

### ***1.8.3. Sistema Eléctrico***

#### ***1.8.3.1. Fuente de alimentación***

MARTÍNEZ María (2009, p. 4) dice: “Las fuentes de alimentación, pueden clasificarse básicamente como fuentes de alimentación lineales y conmutadas”.

BAEZ, Manuel. (2011, p. 50) menciona que: “Convierten tensión de corriente alterna en tensión de corriente continua convierte la tensión alterna (red industrial) en una tensión prácticamente continua, casi todos los circuitos electrónicos necesitan una fuente de alimentación continua”.

La fuente de alimentación o fuente de poder es el dispositivo que convierte la corriente alterna (CA), en una o varias corrientes continuas (CC), que alimentan los distintos circuitos del aparato electrónico, ver figura (1.8)

**FIGURA N° 1.8.**  
**FUENTE DE ALIMENTACIÓN**



### ***1.8.3.2 .Relé de estado sólido (SSR)***

Integrated Circuitos División menciona que: “Permite controlar carga de corriente alterna (CA) mediante un pulso de corriente continua (CC) de tensión inferior. Una de las ventajas es que se puede activar por una tensión mucho más baja y a una corriente mucho menor que la mayoría de los relés mecánicos”.

VARITELE, Ingeniería Electrónica. S.A menciona que: “Un dispositivo interruptor electrónico que conmuta el paso de la electricidad cuando una pequeña corriente es aplicada en sus terminales de control, puede conmutar cargas de corriente de hasta 40A con una entrada de 3 a 32V DC”.

Cada uno de estos relés está equipado con cuatro terminales de tornillo (para uso con conectores de anillo o de horquilla) y una cubierta de plástico que se desliza sobre la parte superior del relé para proteger los terminales, como se muestra en la figura (1.9)

**FIGURA N° 1.9.**  
**RELÉ**



### ***1.8.3.3. Brecker Eléctrico***

SCHNEIDER, Electric. Dice que: “Un disyuntor es el que interrumpe el circuito abriendo los polos y que con un simple rearme se pueden volver a poner en servicio”.

Un disyuntor, interruptor automático es un aparato capaz de interrumpir o abrir un circuito eléctrico cuando la intensidad de la corriente eléctrica que por él circula excede de un determinado valor o en el que se ha producido un cortocircuito, como se muestra la figura (1.10)

**FIGURA N° 1.10.  
BRECKER ELÉCTRICO**



### ***1.8.3.4. Fusibles***

FUENTES, Patricio. (2007, p. 3) señala que: “El fusible es dispositivo utilizado para proteger dispositivos eléctricos y electrónicos permite el paso de la corriente mientras ésta no supere un valor establecido, si el valor de la corriente que pasa, es superior a éste, el fusible se derrite protegiendo los circuitos”.

ROLDAN, Viloría. (2005, p.148) dice que: “La finalidad de un fusible es la de defender el circuito de intensidades elevadas, tales como las de corto circuito o similares y que se producen en un tiempo muy corto”. Como se muestra en la figura (1.11)

Dispositivo que abre el circuito en el que está instalado cuando la corriente que circula por él provoca por calentamiento la fusión de uno o varios de sus elementos previstos para este fin.

**FIGURA N° 1. 11.**  
**FUSIBLES**



**Fuente:** <http://www.suono.com.mx/images/Porta-fusibles-tres.jpg>, (10/04/ 2014).

#### ***1.8.4. Sistema de Mando***

##### ***1.8.4.1. Sensores***

PALLAS, Ramón. (2001, p. 34) indica que: “Un sensor es considerado un dispositivo que a partir de la energía del medio donde se mide, permite obtener una señal de salida transductible que es función de la variable que es medida.

BENTLEY, R. (2004, p. 45) mencionan que: “Este tipo de sensores, es aprovechar los cambios en las dimensiones que sufren ciertos tipos de materiales en presencia de la humedad partiendo de que no existe una tecnología de medición que sea apropiada para todas las aplicaciones”.

El sensor dispone de una circuitería que transforma, amplifica la tensión de salida. La selección se basa en la decisión sobre cuál es el sensor más adecuado esto depende del material del objeto el cual debe detectarse.

#### ***1.8.4.1.1. clasificación de los sensores.***

En los sensores que funcionan por comparación se intenta mantener nula la deflexión mediante la aplicación de un defecto bien conocido. Se clasifica:

- Humedad.
- Aceleración.
- Fuerza y par.
- Presión.
- Caudal.
- Temperatura

#### ***1.8.4.1.2. sensores de temperatura.***

PALLAS, Ramón. (2001, p. 34) indica que. “Se denomina a todo elemento formado por dos metales con distinto coeficiente de dilatación térmica unidos firmemente”.

Cuando se produce un cambio de temperatura los metales se deforman según un arco circular uniforme.

MOTT, Robert. (2000, p. 98) menciona. “Está constituido por la unión de dos metales distintos que producen un voltaje en función de la diferencia de temperatura entre uno de los extremos denominado punto caliente y el otro como unión fría la velocidad de captación de la temperatura por la distancia entre elemento”.

La medida de la temperatura constituye una de las medidas más comunes y más importantes que se efectúan en este tipo de sistemas las limitaciones del sistema de medida quedan definidas en cada tipo de aplicación por la presión.

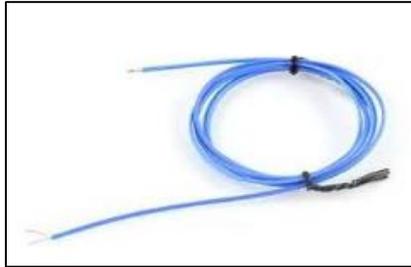
#### ***1.8.4.1.3. sensor de temperatura termopar.***

Uno de los más usados en las industrias para determinar la temperatura de un proceso no necesita alimentación y tienen un amplio rango de medición.

Cuando un sistema de termopar es conectado a una carga resistiva una corriente fluye la cual es proporcional al potencial termoeléctrico e inversamente proporcional a la resistencia, como se muestra la figura (1.12)

**FIGURA N° 1.12.**

**TERMOPAR**



**Fuente:** <http://bibdigital.ep.edu.ec/bitstream/15000/4615/1/CD-42.pdf>, (14/09/2014).

***1.8.4.1.4. sensor de temperatura termocupla.***

Las termocuplas son elementos conductores que están diseñados para cambiar su resistencia eléctrica cuando son sometidos a cambios de temperatura, la cantidad en el cambio de la resistencia está definida por el coeficiente de temperatura.

Uno de los más usados en las industrias para determinar la temperatura de un proceso no necesita alimentación y tienen un amplio rango de medición, como se observa en la figura (1.13)

**FIGURA N° 1.13.**

**TERMOCUPLA**

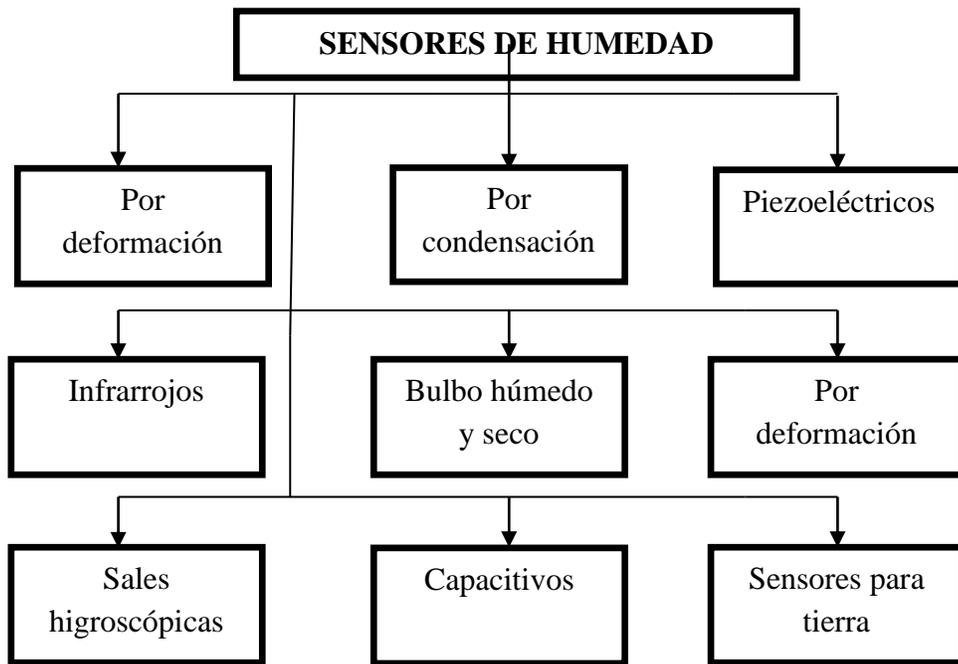


**Fuente:** [http://www.alltronicsperu.com/catalog/images/J\\_cabecal](http://www.alltronicsperu.com/catalog/images/J_cabecal), (13/02/2014).

**1.8.4.1.5. sensores de humedad.**

Las mediciones de humedad relativa pueden ser hechas por sensores basados en: psicometría, deformación, resistivos, capacitivos y algunos otros tipos, ver el diagrama de tipos de sensores de humedad (1.2)

**DIAGRAMA N° 1. 2.  
TIPOS DE SENSORES DE HUMEDAD.**



**1.8.4.2. Tablero de Control**

CHAVEZ, Daniel. (2011, p. 22,23) aclara que: “Consta de los circuitos de acondicionamiento de la señal de corriente alterna y la de encendido contiene los elementos electromecánicos cuya función es alimentar y quitar la energía a la maquinaria.”

GODOY, MORA. (2013 p. 34) expresa que: “El tablero de control contiene en su interior los contactores, relés y fusibles necesarios para proteger a los equipos.

Cuenta con un sistema de emergencia que interrumpe el trabajo del módulo en cualquier instante, en la parte frontal tiene pulsadores de marcha, paro y emergencia, además de luces indicadoras del funcionamiento del sistema.

**De Marcha:** Permiten el accionamiento manual de un dispositivo ya sea cualquier acción o función.

**De Parada:** Permiten el corte o interrupción manual de cualquier accionamiento de un dispositivo.

**De Emergencia:** La función principal del dispositivo de parada de emergencia es la de parar la máquina lo más rápidamente posible.

### ***1.8.5. Sistemas Automatizados***

#### ***1.8.5.1. Automatización***

MORENO, Bailly. (2002, p 45,56) dice que: “Es nueva herramienta abre nuevas puertas hacia el futuro. Es un sistema donde se transfieren tareas de producción, que antes de la implementación de toda la tecnología era realizada habitualmente por los operadores humanos a un conjunto de elementos tecnológicos”.

PEREZ, Wilfrido. (2010, p. 11, 12) dice que: “En la actualidad, la necesidad de automatizar la producción no afecta únicamente a las grandes empresas, sino también a la pequeña industria”.

Los circuitos eléctricos y electrónicos constan de las mismas partes que consta un sistema automatizado: Parte de Mando o control, Parte Operativa o Fuerza, suele ser un autómatas programable (tecnología programada internamente), lo cual permite disponer de la programación controlada de un proceso.

#### ***1.8.5.1.1. objetivos de la automatización.***

- Mejorar la productividad de un proceso.
- Realizar las operaciones de poco control intelectual y manualmente por parte del trabajador.
- Simplificar los procesos donde se requiere que el mantenimiento no afecte los procesos de producción.

#### ***1.8.5.2. Programmable Logic Controller (plc)***

##### ***1.8.5.2.1. introducción.***

PEREZ, Wilfrido. (2010, p. 11, 12) menciona que: “Es un equipo electrónico, programable en lenguaje no informático, diseñado para controlar en tiempo real y en ambiente de tipo industrial, procesos secuenciales.

MORENO, Bailly. (2002, p 45,56) dice que: PLC industrial (controlador lógico programable). La automatización de la máquina para la realización de un proceso la realiza un PLC, el cual controla motores y electroválvulas a través de los contactores, relés auxiliares.

Equipado con 6 teclas de función con LED integrado. Estas teclas de función son dependientes de la pantalla mostrada en el momento real. El usuario puede asignar a estas teclas cualquier tarea o acción relativa a la aplicación.

Los datos se almacenan en la memoria de la unidad. Con la pulsación de una tecla, estos datos pueden ser volcados al PLC. Una vez almacenados en la memoria local, los datos pueden ser editados usando objetos simples de entrada de datos, contadores de Alta Velocidad soporta contadores de Alta Velocidad hasta 25 KHz.

#### ***1.8.5.2.2 .aplicación.***

Se pueden utilizar para aplicaciones como medida de frecuencia, velocidad, totalizador, etc. El usuario puede definir hasta 2 Contadores de Alta Velocidad.

Tiene soporte para funcionalidad Ladder. El usuario puede definir la lógica del equipo mediante el Software de configuración FlexiSoft. La ejecución de ladder puede ser a través del puerto de comunicación o las I/O. La ejecución de la lógica ladder se realiza en microsegundos. La monitorización ladder para depuración está disponible desde el software de configuración.

PLC FP4035 disponen de un puerto serie de comunicación que soporta niveles RS232/422/485. El puerto serie puede ser utilizado para programar la unidad, imprimir pantallas (solo texto) conectar a dispositivos serie de terceros (lectores de código de barras, scanners de temperatura, instrumentos digitales, etc.), PLC's o variadores.

PLC dispone también de un puerto USB. El puerto USB puede ser usado como puerto de programación, o monitorización de ladder. La unidad dispone también de un puerto USB (Host). El puerto USB Host se utiliza para conectar un dispositivo de memoria. Software de Programación Flexi Soft es un software para Windows para configurarlas unidades.

#### ***1.8.5.3. HMI***

ROMERO, Diego. (2011,44) menciona que: La sigla HMI es la abreviación en ingles de Interfaz Hombre Maquina. Los sistemas HMI podemos pensarlos como una “ventana” de un proceso. Esta ventana puede estar en dispositivos especiales como paneles de operador o en una computadora”.

Las señales del procesos son conducidas al HMI por medio de dispositivos como tarjetas de entrada/salida en la computadora, PLC's(Controladores lógicos programables).

#### ***1.8.5.3.1. funciones de un HMI.***

- **Monitoreo.** Es la habilidad de obtener y mostrar datos de la planta en tiempo real, se pueden mostrar como números, texto o gráficos que permitan una lectura más fácil de interpretar.
- **Supervisión.** Esta función permite junto con el monitoreo la posibilidad de ajustar las condiciones de trabajo del proceso directamente.
- **Alarmas.** Es la capacidad de reconocer eventos excepcionales dentro del proceso y reportarlo estos eventos. Las alarmas son reportadas basadas en límites de control pre-establecidos.
- **Control.** Es la capacidad de aplicar algoritmos que ajustan los valores del proceso y así mantener estos valores dentro de ciertos límites.

**FIGURA N° 1.14**

**HMI**



**Fuente:**[http://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS\\_ES\\_PDF/ARGOS4035T-E.pdf](http://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS_ES_PDF/ARGOS4035T-E.pdf),  
(16/11/2014).

## **CAPÍTULO II**

### **ENCUESTA Y ANÁLISIS DE RESULTADOS**

A continuación en este capítulo se muestra la factibilidad que posee el diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de la semilla de cereales para el proceso de producción de harinas en agroindustrias. Y se realizó una investigación aplicando el método cuanti cualitativo ya que conocemos las variables del problema las mismas que son tiempo excesivo de secado, la falta de un sensor para el control temperatura y humedad.

A través de la técnica utilizada la cual es la encuesta permite obtener datos rápidos y eficaces sobre las variables del problema y tomando como parte principal la causa. De los 12 docentes encuestados el 100% opina que la presente investigación muestra la factibilidad para llevar a cabo el diseño y construcción.

#### **2.1. Universidad Técnica de Cotopaxi**

##### ***2.1.1. Reseña Histórica de la carrera de AGROINDUSTRIAS***

El Ecuador es un país con una inmensa riqueza natural, gracias a lo cual podemos desarrollar gran cantidad de actividades productivas en el ámbito de la agricultura.

Todos estos antecedentes, justifican plenamente la existencia de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial en la Universidad Técnica de Cotopaxi, por cuanto al dotar de profesionales con una sólida formación académica y social, pueden constituirse en un aporte muy importante en el sector productivo agroindustrial, ya que como fuente de mano de obra calificada o en otros casos formando micro empresas que viene a solucionar los problemas de industrialización de productos agropecuarios, dándoles a los mismos un valor agregado y constituyéndose en una fuente de ingresos para el productor y de trabajo para la población de nuestra provincia.

### ***2.1.2. Objetivos***

Formar profesionales con capacidad científica, tecnológica y humanista en el ámbito agroindustrial, para satisfacer la demandada la sociedad, pendiente a resolver los problemas.

### ***2.1.3. Misión***

En el año 2015 seremos una universidad acreditada y líder a nivel nacional en formación integral de profesionales críticos, solidarios y comprometidos en el ámbito social; en la ejecución de proyectos de investigación que aporten a la solución de los problemas de la región y del país, en un marco de alianzas estratégicas nacionales e internacionales; dotada de infraestructura física y tecnológica moderna, de una planta docente y administrativa de excelencia; que mediante un sistema integral de gestión le permite garantizar la calidad de sus proyectos y alcanzar reconocimiento social.

### ***2.1.4. Visión***

La Universidad Técnica de Cotopaxi, es pionera en desarrollar una educación para la emancipación, forma profesionales humanistas y de calidad; con elevado nivel

académico, científico y tecnológico; sobre la base de principios de solidaridad, justicia, equidad y libertad, genera y difunde el conocimiento, la ciencia, el arte y la cultura a través de la investigación científica; y se vincula con la sociedad para contribuir a la transformación social-económica del país.

### ***2.1.5. Ubicación***

Las instalaciones de la Universidad campus “CEYPSA” se encuentra ubicada en la provincia de Cotopaxi, Cantón Latacunga sector Salache.

## **2.2. Diseño de Metodológico**

### ***2.2.1. Métodos de Investigación***

#### **Método Inductivo**

El proyecto da su inicio en el momento que se detecta un problema la falta de un deshidratador que controle el tiempo, temperatura, mediante un sensor el cual se ve reflejado en la falta de producción de harinas, cuando las semillas se encuentran obstruidas por la falta de un un sistema de deshidratación, dicho problema será investigado a fin de encontrar una solución a las variables de control que nos ayude a agilizar el proceso en menor tiempo.

#### **Método Analítico-Sintético**

Un estudio analítico comienza con la observación de un hecho o fenómeno, el mismo que se da por el proceso que se realiza de manera manual el secado, siendo así una pérdida de tiempo y dinero; es por ello la necesidad de un deshidratador el mismo que ayudara agilizar el proceso de pérdida de humedad de las semillas.

## ***2.2.2. Tipos de investigación***

### **Investigación Aplicada**

Para el proyecto se utilizó esta investigación ya que se adquirió conocimientos teóricos de termodinámica los mismos que ahora están siendo aplicados de manera física como son: en el cálculo de flujo de aire y selección de las niquelinas.

### **Investigación De Campo**

La investigación de campo se realizó en la Universidad Técnica de Cotopaxi en la carrera de Agroindustrias, donde se observó la falta de un deshidratador para realizar procesos de producción de harinas.

Esta investigación se aplicó mediante encuestas las mismas que nos darán a conocer la aceptación o negación con el único objetivo de poder tener posibles soluciones para la demora en el proceso de producción.

### **Investigación Bibliográfica**

La modalidad bibliográfica es utilizada para la recopilación de información de proyectos similares y de idénticas características a su vez nos permite explorar que se ha escrito en la comunidad científica, sobre bases técnicas que nos permita dar solución al problema planteado dentro de la investigación de deshidratación de semillas de cereales.

Esta investigación bibliográfica es aquella etapa de la investigación científica donde se recopila información de ámbito científico en tesis, libros, artículos, que nos ayudó a entender sobre el diseño y construcción de un horno de deshidratación y a su vez sobre las humedades de las semillas.

### ***2.2.3. Técnicas de Investigación***

#### **Encuesta**

Este instrumento fue aplicado a 100 estudiantes y 10 docentes de la carrera de Agroindustrias para recolectar información de nuestro grupo a ser investigado y así conocer la factibilidad del diseño y construcción del deshidratador eléctrico automatizado.

#### **Descriptiva**

Al aplicar este tipo de investigación se pudo conocer la realidad que enfrentan los estudiantes de Ingeniería Agroindustrias al no poseer equipos apropiados para la ejecución de prácticas de laboratorio.

Es la técnica de investigación que se propone para efectuar el estudio, el análisis y el diseño del sistema de deshidratación las fallas en el proceso y encontrar una solución del problema.

#### **Población**

La población a ser investigada es de 110 personas por lo que es aceptable el porcentaje es la razón por la cual se le estudiara al 100% y está compuesta por los siguientes elementos 100 estudiantes 10 docentes de la carrera de granos andinos de la Universidad Técnica de Cotopaxi carrera de Agroindustrias.

#### **Cálculos**

Se denomina al cálculo a todas aquellas operaciones (en su mayoría, matemáticas) que tienen por objetivo el alcance de cierto dato o información y que requieren el

desarrollo de un proceso previo a la obtención de ese resultado. El cálculo es la acción de calcular y aunque por lo general se lo relaciona con operaciones de tipo matemático y científico.

**TABLAN° 2.10: Población**

<b>INVOLUCRADOS</b>	<b>NUMERO</b>
Estudiantes	100
Docentes	10
Total	110

### **2.3. Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los docentes de la Carrera de Agroindustrias.**

A continuación se presenta los resultados expuestos por los docentes de la carrera de Agroindustrias de la Universidad Técnica de Cotopaxi a quienes fue dirigida la encuesta, los resultados expuestos serán de mucha ayuda para la ejecución de este trabajo investigativo.

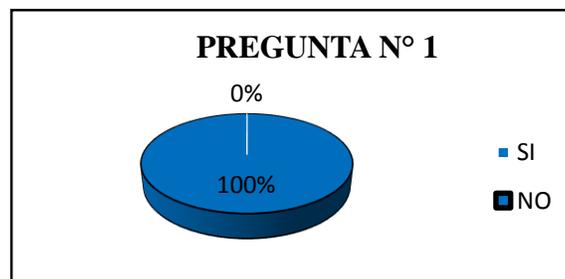
**Ver Anexo B (Encuesta a los docentes y estudiantes)**

1. ¿Existe maquinaria adecuada que permita a los estudiantes desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratación de semillas de cereales?

**TABLA N° 2.11:**

<b>PREGUNTA 1</b>	<b>DOCENTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	<b>0</b>	<b>0%</b>
<b>NO</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	<b>100%</b>

**GRÁFICO N° 2.6:**



### **Análisis e interpretación**

Los 10 docentes encuestados concuerdan que la falta de maquinaria no permite desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratación de semillas de cereales, por otra parte 0 docentes no quieren que se desarrolle las destrezas de secado.

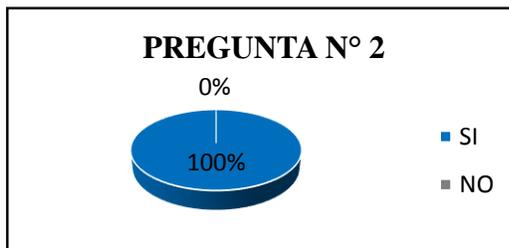
De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que están de acuerdo que en la carrera de Agroindustrial no existe una maquinaria apropiada para el proceso de secado de semillas.

2. ¿La implementación de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales permitirá aumentar la producción de harinas en la Universidad Técnica de Cotopaxi “CEYPSA”?

**TABLA N° 2.12:**

<b>PREGUNTA 2</b>	<b>DOCENTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	10	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	10	100%

**GRÁFICO N° 2.7:**



### **Análisis e interpretación**

Los 10 docentes encuestados concuerdan que la implementación de un deshidratador ayudará a incrementar los conocimientos a los estudiantes de la carrera de Agroindustrial, por otra parte 0 docentes no quieren una máquina de deshidratado.

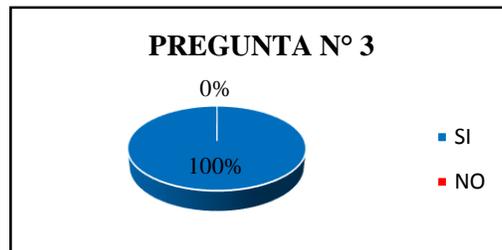
Mediante los resultados obtenidos podemos afirmar que están de acuerdo en la implementación de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas, permitirá facilitar la producción de harinas en el centro “CEYPSA”.

3. ¿Considera usted que al poseer un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales se agilice el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes?

**TABLA N° 2.13:**

<b>PREGUNTA 3</b>	<b>DOCENTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	10	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	10	100%

**GRÁFICO N° 2.8:**



### **Análisis e interpretación**

De los 10 docentes encuestados el 100% opinan que al poseer un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales se agilizará el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes.

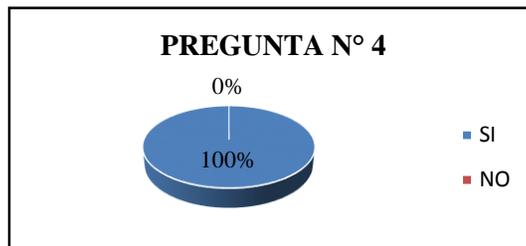
Definiendo de esta manera los docentes en su totalidad consideran que al poseer un deshidratador eléctrico automatizado permitirá a los estudiantes poner en práctica los conocimientos teóricos, lo que demuestra que es necesaria la implementación.

4. ¿Según su opinión, al experimentar con diferentes temperaturas y tiempos de deshidratación de las distintas semillas, el estudiante puede realizar un análisis del procedimiento más adecuado para un deshidratado más eficiente?

**TABLA N° 2.14:**

<b>PREGUNTA 4</b>	<b>DOCENTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	10	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	10	100%

**GRÁFICO N° 2.9:**



### **Análisis e interpretación**

De los 10 docentes encuestados el 100% opinan que al experimentar con diferentes temperaturas y tiempos de secados permitirá al estudiante realizar un análisis del procedimiento más adecuado para un deshidratado más eficiente.

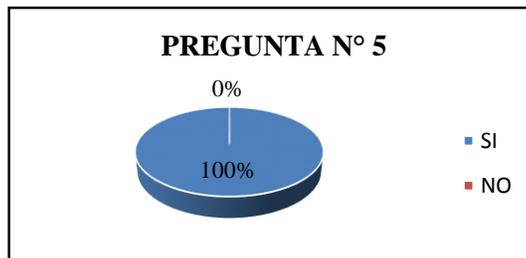
En vista de esto se interpreta que la implementación del deshidratador para semillas facilitara la mejor forma de manejar las diferentes variables como son tiempo y temperatura mejorando así el proceso de secado.

5. ¿Al desarrollar un mayor número de prácticas de secado de semillas de cereales los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso?

**TABLA N° 2.15:**

<b>PREGUNTA 5</b>	<b>DOCENTES</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	10	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	10	100%

**GRÁFICO N° 2.10:**



### **Análisis e interpretación**

De los 10 docentes encuestados el 100% el criterio de los docentes se fortalece, refiriéndose que al desarrollar un mayor número de prácticas de secado de semillas los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso.

Con estos resultados decir que el planteamiento de esta pregunta es favorable pues todos los docentes concuerdan que con el desarrollo de este equipo por parte de los estudiantes, refiriéndose que al desarrollar un mayor número de prácticas de secado de semillas los estudiantes incrementarán su conocimiento en dicho proceso.

## **Análisis de la encuesta realizada a los docentes de la carrera de Agroindustrial**

- Mediante la encuesta realizada a los docentes de la carrera de Agroindustrial los resultados recibidos mediante las respuestas de las preguntas se llegó a la conclusión que un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales permitirá la producción de harinas en la carrera.
  
- Mediante la aplicación de este instrumento de investigación nos permitió conocer que la carrera no está equipada con ningún sistema de deshidratación de semillas con los parámetros de control como son tiempo, temperatura y humedad.
  
- La entrevista nos permitió también conocer la factibilidad de la implementación de un sistema automatizado capaz de realizar el mismo trabajo en menor tiempo, controlando la humedad final de las semillas de cereales y mejorando su calidad de conservación.

## **2.4 Análisis e interpretación de los resultados de las encuestas aplicadas a los estudiantes de la especialidad de Ingeniería Agroindustrial.**

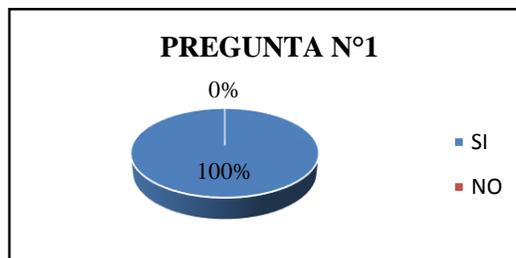
A continuación se presenta los resultados expuestos por los estudiantes encuestados, en las que se detalla los resultados obtenidos mediante tabulaciones y representaciones graficas en porcentajes, y a su vez también se realiza el análisis de cada una de las preguntas de la encuesta, para observar las necesidades de los estudiantes de la carrera de Agroindustrias de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

1. ¿Le gustaría que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde los estudiantes puedan realizar prácticas de secado de semillas?

**TABLA N° 2.16:**

<b>PREGUNTA 1</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.11:**



### **Análisis e interpretación**

Los 100 estudiantes de la carrera de Ingeniería Agroindustrias encuestados están de acuerdo que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica Cotopaxi, donde puedan realizar prácticas de secado de semillas.

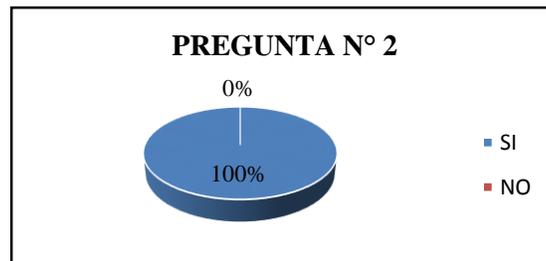
De acuerdo a los resultados obtenidos podemos afirmar que los estudiantes están de acuerdo en la implementación de un laboratorio con maquinaria apropiada de deshidratación.

2. ¿La ejecución del secado de semillas le resultaría más eficiente en una superficie donde se encuentren desparramadas las semillas al sol o por medio de una máquina que le ofrece variables de control?

**TABLA N° 2.17:**

<b>PREGUNTA 2</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MAQUINA</b>	100	100%
<b>SOL</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.12:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 100% concuerdan con sus opiniones, que la ejecución del secado de semillas les resultaría más eficiente al utilizar una máquina que les ofrece variables de control, mientras que el 0% manifiesta lo contrario.

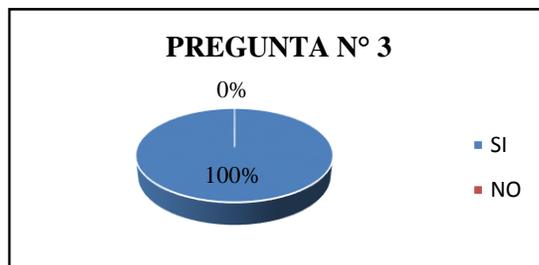
Se puede observar que el porcentaje total de los estudiantes cree que los conocimientos teóricos adquiridos en la aula les resultaran más eficiente con una máquina que tenga distintos tipos de control para la deshidratación

3. ¿Es necesario la implementación de un deshidratador eléctrico para pruebas para el secado de cereales?

**TABLA N° 2.18:**

<b>PREGUNTA 3</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.13:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 100% opinan que es necesaria la implementación de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de las semillas en campus “CEYPSA” y permitirá al estudiante poner en práctica los conocimientos adquiridos, por otra parte 0 estudiantes están en contra.

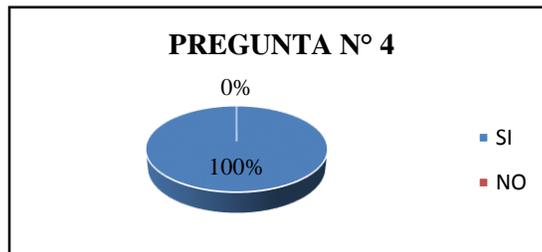
Se puede observar que la totalidad de alumnos encuestados contestan que si es necesario la implementación de un deshidratador en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustria de la Universidad Técnica de Cotopaxi.

4. ¿Entre las maquinas que se requiere para el proceso de secado le gustaría contar con un sistema eléctrico automatizado que permita controlar de las variables de tiempo, temperatura y humedad, para una correcta experimentación?

**TABLA N° 2.19:**

<b>PREGUNTA 4</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.14:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 100% opinan que la implementación de un deshidratador automatizado para la deshidratación de semillas permitirá facilitar la mejor forma de experimentación con las humedades de dichas semillas.

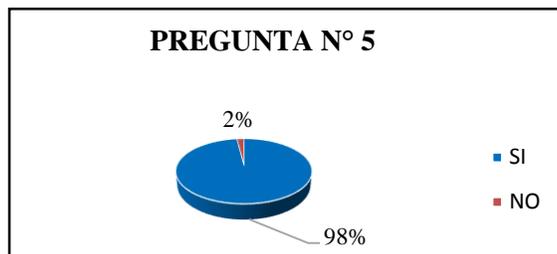
De acuerdo a los datos recopilados en su totalidad indica que la implementación de un deshidratador es de gran utilidad para realizar prácticas que ayudaran en la ejecución de las diferentes experiencias de secado de semillas.

5. ¿Estaría de acuerdo que la maquina tenga un sistema de recirculación del aire caliente y las bandejas contengan orificios para un secado uniforme?

**TABLA N° 2.20:**

<b>PREGUNTA 5</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	97	97%
<b>NO</b>	3	3%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.15:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 98% están de acuerdo que la maquina pueda contar con un sistema de recirculación de aire caliente y orificios en las bandejas para un secado sea uniforme, y el 2% de alumnos afirman lo contrario.

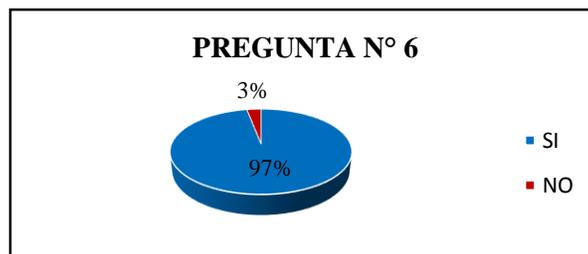
Se puede observar que un mayor porcentaje de estudiantes cree que la construcción de un deshidratador eléctrico automatizado debe contar con un estudio extenso para la utilización y reutilización del aire para evitar fugas y la reutilización del mismo aire.

6. ¿Piensa usted que con la máquina que deshidrata y seca las semillas, se podría incrementar la producción de harinas eficientemente?

**TABLA N° 2.21:**

<b>PREGUNTA 6</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	97	97%
<b>NO</b>	3	3%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.16:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 97% piensan que al tener diferentes tipos de secado de semillas podrían realizar un análisis del tipo de procesos que se requiere para la producción de harinas eficientemente, y el 3% argumenta que no se podría realizar un análisis para la producción de harinas.

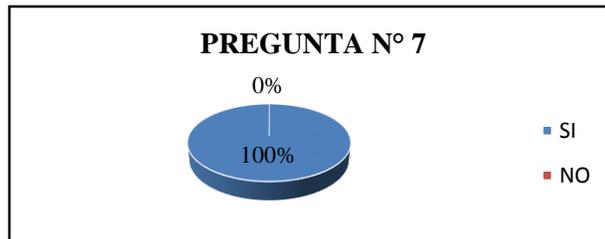
Observamos que una gran parte de los estudiantes podrían realizar estudios para la fabricación de harinas de las diferentes semillas ya que no existe ninguna producción.

7. ¿Según su criterio es necesario que el deshidratador eléctrico automatizado incluya un tablero de control que contenga un sistema de alerta y paro total automático en caso de daños?

**TABLA N° 2.21:**

<b>PREGUNTA 7</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.17:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 de estudiantes encuestados el 100% concuerdan que la máquina necesita un sistema de alerta en caso de inadecuada operación y paro total automático en caso de daños; y a la vez, el 0% argumenta que no es necesario tener un sistema.

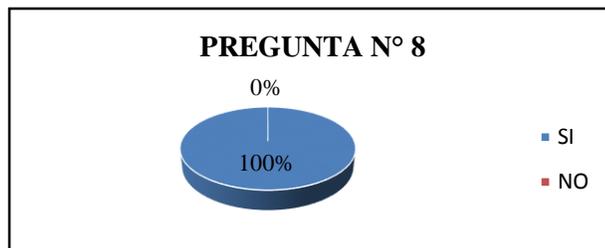
El objetivo de implementar los dispositivos de emergencia es desarrollar investigaciones en el campo de la ingeniería Electromecánica, esto influye; desarrollar sistemas de protección y sistemas de vigilancia industrial en prevención.

8. ¿Cree usted que el deshidratador eléctrico automatizado cumpla con la norma internacional NSF/ANSI 51 la cual menciona utilizar acero inoxidable de grado alimenticio?

**TABLA N° 2.22:**

<b>PREGUNTA 8</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.18:**



### **Análisis e interpretación**

El 100% de los encuestados cree que el deshidratador eléctrico automatizado cumplirá la norma internacional NSF/ANSI 51, que menciona utilizar acero INOX de grado alimenticio para el proceso de alimentos.

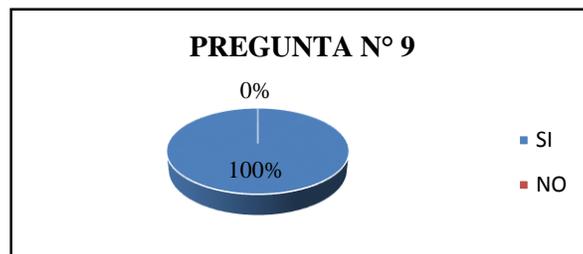
Considerando que la temperatura es la variable más importante en la construcción del deshidratador, los fabricantes a nivel mundial han creado el acero INOX para altas temperaturas con diferentes características, ya sea por resistencia, corrosión.

9. ¿Considera necesario que la maquina deberá poseer un PLC para la automatización?

**TABLA N° 2.23:**

<b>PREGUNTA 9</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.19:**



### **Análisis e interpretación**

El 100% de los alumnos encuestados considera necesario la utilización de un PLC para la automatización del deshidratador donde puedan aplicar los conocimientos adquiridos en los textos; así el 0% opina que no es necesaria la utilización del PLC.

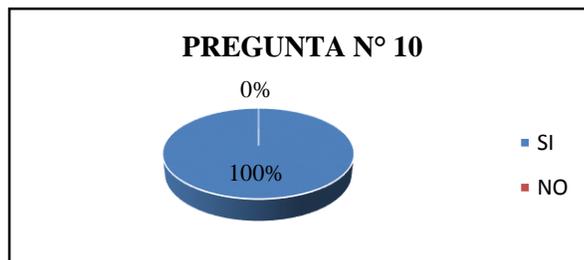
En el ámbito profesional exige conocimientos de PLC sobre el entorno del software, considerando las partes que les compone y la programación en el lenguaje adecuado. Todo lo expuesto ayudara a la utilización del deshidratador automatizado.

10. ¿Considera necesario que la máquina deberá poseer un manual de funcionamiento y mantenimiento?

**TABLA N° 2.24:**

<b>PREGUNTA 10</b>	<b>CANTIDAD ALUMNOS</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>SI</b>	100	100%
<b>NO</b>	0	0%
<b>TOTAL</b>	100	100%

**GRÁFICO N° 2.20:**



### **Análisis e interpretación**

De los 100 estudiantes encuestados el 100% consideran de gran importancia que el deshidratador eléctrico automatizado deberá poseer un completo manual de funcionamiento y mantenimiento, mientras que el 0% opina que no es necesario.

La mayor parte de los estudiantes concuerdan que al tener un manual de funcionamiento y mantenimiento facilitara la mejor utilización de la máquina y sobre todo el correcto funcionamiento sin daños.

**TABLA N° 2.25: Tabla general de la encuesta realizada a los docentes**

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Docentes</b>	<b>%</b>
<b>PREGUNTA 1</b>	SI	0	0%
	NO	10	10%
<b>PREGUNTA 2</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 3</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 4</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 5</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%

**TABLA N° 2.26: Tabla general de la encuesta realizada a los estudiantes**

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>%</b>
<b>PREGUNTA 1</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 2</b>	MAQUINA	100	100%
	SOL	0	0%
<b>PREGUNTA 3</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 4</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 5</b>	SI	97	97%
	NO	3	3%
<b>PREGUNTA 6</b>	SI	97	97%
	NO	3	3%

**TABLA N° 2.26: Continuación**

<b>PREGUNTA 7</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 8</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 9</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 10</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%

**TABLA N° 2.27: Tabla para realizar los cálculos de ji cuadrado  $\chi^2$  cde la encuesta a los docentes**

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Docentes</b>	<b>%</b>
<b>PREGUNTA 2</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%
<b>PREGUNTA 3</b>	SI	10	10%
	NO	0	0%

**TABLA N° 2.28: Tabla para realizar los cálculos de ji cuadrado  $\chi^2$  cde la encuesta a los estudiantes**

<b>Preguntas</b>	<b>Respuestas</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>%</b>
<b>PREGUNTA 6</b>	SI	97	97%
	NO	3	3%
<b>PREGUNTA 9</b>	SI	100	100%
	NO	0	0%

## **Análisis de las encuestas realizadas a los estudiantes.**

Analizando los resultados de las encuestas realizadas a los docentes y estudiantes de la Universidad Técnica de Cotopaxi Carrera de Agroindustrial campus “Salache”. Se llega a la conclusión el diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales para el proceso de producción de harinas es muy factible por la aceptación y necesidad ya sea por los estudiantes y docentes.

## **2.5. Investigación de la hipótesis**

### ***2.5.1. Hipótesis planteada***

¿El diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado, optimizara el tiempo de secado de las semillas para la línea de producción de harinas en la Carrera de Agroindustrias?

### ***2.5.2. Hipótesis nula***

¿El diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado, NO optimizara el tiempo de secado de las semillas para la línea de producción de harinas en la Carrera de Agroindustrias?

### ***2.5.3. Comprobación de la hipótesis***

Para la comprobación de la hipótesis en la presente investigación se utilizara el método estadístico ji- cuadrado, el cual es utilizado para verificar si una hipótesis es verdadera o falsa mediante la relación de las frecuencias tabuladas y las frecuencias esperadas se utilizó la **Ecu.(2.16)**

$$x^2c = \Sigma \frac{(ft - fe)}{fe}$$

**Fuente:** MARRAY, Spiegel. (1991)

**Dónde:**

$x^2c$  = ji cuadrada a calcular

$\Sigma$  = sumatoria

$ft$  = frecuencias tabuladas

$fe$  = frecuencias esperada

**TABLA N° 2.29: Tabla de Comprobación de hipótesis.**

<i>ji cuadrada <math>x^2c</math></i>	
$x^2t \geq x^2c$	Se acepta la hipótesis de trabajo. Se rechaza la hipótesis nula.
$x^2t < x^2c$	Se acepta la hipótesis nula. Se rechaza la hipótesis de trabajo.

Además de conocer el valor de ji-cuadrado se deberá conocer el margen de error o nivel de confianza 5% en la mayoría de los casos y su grado de libertad el cual se obtiene a través de la **Ecu. (2.17)**

$$G = (f-1)(c-1)$$

**Fuente:** MARRAY, Spiegel. (1991)

**Dónde:**

G = grado de libertad

f = filas

c = columnas

La hipótesis puede ser comprobada considerando el  $\chi^2$  con la tabla con respecto  $\chi^2$  calculado.

### **2.5.3.1. Criterios para verificar una hipótesis**

- a) Si  $\chi^2_c$  es mayor o igual a  $\chi^2_t$  se acepta la hipótesis de trabajo y se rechaza la hipótesis nula especificada en la **Tabla (2.29)**.
- b) Si  $\chi^2_t$  tabla es mayor a  $\chi^2_c$  se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis de trabajo especificada en la **Tabla (2.29)**.

### **2.5.3.2. Verificación de la hipótesis**

Para la verificación de la hipótesis se procederá a determinar el  $\chi^2_c$ , el cual se obtiene por grado de libertad y el nivel de confianza igual a 00.5, calculo que se realiza con la ayuda de la **Tabla (2. 27)**.

$$G = (f-1) (c-1)$$

$$G=1$$

Nivel de significancia 00.5

Mediante el nivel de significancia se puede obtener  $\chi^2_t$ . Ver **Anexo B1 (Áreas de extremos superiores y grados de libertad)**.

$$\chi^2_t = 3.841$$

A continuación se procederá a calcular la  $\chi^2_c$  mediante el empleo de la variable independiente y dependiente.

### Variable independiente

- ✓ Construcción de un sistema eléctrico automatizado

### Variable dependiente

- ✓ Control de las variables de tiempo, temperatura, humedad

Para aceptar o rechazar la hipótesis se tomara en cuenta la pregunta 2 y 3 realizadas en las encuestas a los docentes la cual contiene las dos variables en forma de interrogación, con sus respectivas frecuencias. **Ver Tabla (2.30).**

**TABLA N° 2.30: Relación entre variables de las encuestas a los docentes**

Relación entre variables					
PREGUNTA	2		3		TOTAL
	SI	NO	SI	NO	
ft	10	0	10	0	20
fe	8	2	7	3	20
<b>TOTAL</b>	18	2	17	3	40

Con la ayuda de la **Tabla (2.30)**, Se calculara el valor de ji-cuadrado  $\chi^2_c$ .

**TABLA N° 2.31: Cálculos del JI cuadrado de las encuestas de los docentes.**

Prueba del ji cuadrado $\chi^2_c$					
Pregunta	ft	fe	ft-fe	$(ft - fe)^2$	$(ft - fe)^2/fe$
<b>2</b>	10	8	2	4	0.5
	0	2	-2	4	2
<b>3</b>	10	7	3	9	1.28
	0	3	-3	9	3
<b>TOTAL <math>\chi^2_c</math></b>					<b>6.48</b>

$$\chi^2_c = 6.48 > \chi^2_t = 3.841$$

En análisis con el resultado y en referencia a los criterios de verificación de la hipótesis,  $\chi^2_c$  es mayor que  $\chi^2_t$  por lo cual se acepta la hipótesis planteada para el proyecto de investigación. **“Diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de la semilla de cereales para el proceso de producción de harinas en agroindustrias”**. Y se rechaza la hipótesis nula. Ver en **Tabla (2.29)**.

Para aceptar o rechazar la hipótesis se tomara en cuenta la pregunta 6 y 9 realizadas en las encuestas a los estudiantes la cual contiene las dos variables en forma de interrogación, con sus respectivas frecuencias. **Ver Tabla (2.28)**.

**TABLA N° 2.32: Relación entre variables de las encuestas a los estudiantes**

Relación entre variables					
PREGUNTA	6		9		TOTAL
	SI	NO	SI	NO	
<b>ft</b>	97	3	100	0	200
<b>fe</b>	90	10	96	4	200
<b>TOTAL</b>	187	13	196	4	400

Con la ayuda de la **Tabla (2.32)**. Se calculara el valor de ji-cuadrado.

**TABLA N° 2.33: Cálculos del JI CUADRADO de las encuestas a los estudiantes.**

Prueba del ji cuadrado $\chi^2_c$					
Pregunta	ft	Fe	ft-fe	$(ft - fe)^2$	$(ft - fe)^2/fe$
<b>6</b>	97	90	7	49	0.54
	3	10	-7	49	4.9
<b>9</b>	100	96	4	16	0.16
	0	4	-4	16	4
<b>TOTAL <math>\chi^2_c</math></b>					<b>9.60</b>

$$x^2_c = 9.60 > x^2_t = 3.841$$

En análisis con el resultado y en referencia a los criterios de verificación de la hipótesis,  $x^2_c$  es mayor que  $x^2_t$ , por lo cual se acepta la hipótesis planteada para el proyecto de investigación. **“Diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de la semilla de cereales para el proceso de producción de harinas en agroindustrias”**. Y se rechaza la hipótesis nula. Ver en **Tabla (2.29)**.

#### ***2.5.4. Análisis en función a la hipótesis***

- Verificamos que mediante la aplicación de método estadístico ji-cuadrado se acepta la hipótesis para el diseño y construcción de mencionado proyecto.
- Analizando los datos de las encuestas realizadas a estudiantes y docentes, obtuvimos el 100% de aceptación, permitiendo diseño y construcción de mencionado proyecto.
- Comprobamos la variable de ji- cuadrado calculada en la tabla 2.29 en la cual señala la factibilidad del proyecto, por lo cual se procederá a realizar el capítulo III.

#### ***2.5.5. Recomendaciones***

- La aplicación de los instrumentos de investigación es recomendable realizar las preguntas con respecto a las dos variables, dependiente e independiente en conjunto con la hipótesis.
- Se recomienda utilizar la comprobación del ji-cuadrado para cualquier tipo de hipótesis por ser el más indicado y utilizado en la mayoría de los trabajos de investigación.

## **CAPÍTULO III**

### **PROPUESTA**

#### **3.1. Desarrollo de la propuesta**

##### ***3.1.1. Tema***

“DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.”

##### ***3.1.2. Justificación de la propuesta***

La implementación de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas, permitirá controlar las variables de temperatura y flujo de aire lo cual optimizara el tiempo en el proceso de secado, permitiendo obtener mayor productividad y mejorando la calidad en el proceso de secado, este proceso se puede realizar de una forma manual o automática por lo que no hay la necesidad de la intervención de la mano del hombre en el proceso de secado, ya que en la actualidad en la carrera de Agroindustrias realiza un secado al natural. No obstante cabe mencionar que existe un horno obsoleto en el laboratorio lo que no permite la realización de prácticas.

### ***3.1.3. Descripción***

La Universidad Técnica de Cotopaxi es una de las principales entidades educativas, formativas a nivel profesional más importantes de la provincia y del país, además se encarga de formar líderes profesionales acorde a las necesidades vigentes que requiere la sociedad. La Carrera de Ingeniería Agroindustrial maneja adecuadamente procesos y técnicas de industrialización promoviendo el diseño, montaje y supervisión de equipos y plantas industriales, cuenta con un laboratorio de Alimentos, cárnicos y lácteos para la ejecución de prácticas, con la necesidad de un sistema de deshidratación de semillas de vital importancia.

### ***3.1.4. Objetivo general***

Disminuir los tiempos en el proceso de secado de semillas de cereal mediante la automatización eléctrica de una maquina deshidratadora para el proceso de producción de harinas en agroindustrias.

### ***3.1.5 .Objetivos específicos***

- Controlar variables de tiempo y temperatura del sistema utilizando los elementos de automatización.
- Verificar los parámetros indicados para el funcionamiento de la máquina para el proceso de secado, ya sea en modo manual o automático y los efectos que puede producir en la semilla.
- Mejorar los rangos de operación de la máquina, alcanzando la productividad y calidad en el proceso de secado de semillas.

### ***3.1.6. Marco Administrativo***

Para el desarrollo de esta tesis se utilizó los siguientes recursos.

#### **Institucionales**

- Universidad Técnica de Cotopaxi
- Carrera de ingeniería de Agroindustrias

#### **Humanos**

- Director de tesis
- Asesor de tesis
- Postulantes
- Encuestados “Estudiantes y docentes”

#### **Tecnológicos**

- Laptop
- Impresora
- Celular
- Cámara
- Flash memoria (USB)

#### **Materiales**

- Hojas de papel bon
- Copias

- Marcadores

## **Económicos**

- 100% Postulantes

### **3.2. Diseño y construcción del deshidratador eléctrico automático**

El deshidratador consta de dos partes principales que son: un sistema de calefacción que tiene por objeto mantener el aire caliente e impedir que el aire este con temperatura ambiente y un sistema de ventilación el cual tiene por objeto empujar el aire caliente hacia el interior del horno.

Estos sistemas son empleados con el fin de que el proceso cumpla con todas las funciones requeridas en la deshidratación de las distintas semillas.

#### ***3.2.1. Cálculos para las dimensiones del deshidratador***

En el diseño del deshidratador se empleó las ecuaciones correspondientes para las dimensiones del horno.

##### ***3.2.1.1. Cálculos de la cámara de secado***

###### ***3.2.1.1.1. Altura de la cámara.***

Las dimensiones del deshidratador eléctrico son determinadas según la capacidad de secado, que en este caso es 20 Kg, se inicia considerando dimensiones de largo 1 m y ancho de cámara de 0.8m, con lo cual se calcula la altura del deshidratador, se toma como dato la densidad de la semilla de maíz.

$$p = \frac{m}{l \times a \times h} \quad \text{Ecu. 1.6}$$

Despejamos **h**:

$$h = \frac{m}{l \times a \times p}$$

**Dónde:**

$$h = 0.8m \quad \text{Resp. 3.1}$$

Esta es la dimensión de la cámara de secado, la cual no va a estar sometida a ningún esfuerzo mecánico solo a esfuerzo debido a la temperatura en su interior, esta temperatura no es muy alta como para llegar a deformar el acero.

### **3.2.1.2. Cálculos de las bandejas**

#### **3.2.1.2.1. Dimensión de las bandejas.**

La colocación de producto en las bandejas se da con un factor de carga para cada semilla, el mismo que no debe ser muy alto para obtener uniformidad en el proceso secado y deshidratación, para no exceder en los tiempos estimados para cada tipo de semillas, como se observa en la tabla (3.34)

**TABLA N° 3.34: Dimensiones de las bandejas**

<b>Largo [m]</b>	<b>Ancho [m]</b>	<b>Altura [m]</b>
0.90	0.70	0.04

Para el cálculo del número de bandejas tomaremos a la carga de maíz como base, debido a su bajo factor de carga, que a su vez nos demandara una mayor área, aplicando la (Ecu. 1.7)

$$\mathbf{A_{ms}} = A_s \times \frac{1+X_{do}}{V_u \times p_u} \quad \mathbf{Ecu. 1.7}$$

Por lo que tenemos que:

$$\mathbf{A_{ms}} = 0.256 \frac{m^2}{kg} \quad \mathbf{Resp. 3.2}$$

Ahora se determina el área de superficie de secado, mediante la (Ecu. 1.8)

$$\mathbf{A_{sec}} = A_{ms} \times \frac{C_d}{F_{C_u}} \quad \mathbf{Ecu. 1.8}$$

$$\mathbf{A_{sec}} = 2.137 \text{ m}^2 \quad \mathbf{Resp. 3.3}$$

El área de nuestras bandejas está determinada por las dimensiones antes señaladas.  
 $A_{band} = 0.90\text{m} \times 0.70\text{m} = 0.63 \text{ m}^2$ .

Con lo que ahora podemos determinar el número de bandejas ( $n_{band}$ ) necesarias, aplicando la (Ecu. 1.9)

$$\mathbf{n_{band}} = \frac{A_{sec}}{A_{band}} \quad \mathbf{Ecu. 1.9}$$

$$\mathbf{n_{band}} = 3.3 \quad \mathbf{Resp. 3.4}$$

Dado que nos da 3.3 se deja a 3 bandejas, con lo que cada una soportara un peso de 6.6Kg de producto fresco al inicio de la deshidratación y será de fácil manejo.

Las bandejas son construidas con un material inerte que no contamine al producto, que no reaccione con humedad generada en el proceso. Dadas estas consideraciones, el material más apropiado es el acero inoxidable AISI 304 con un espesor de 1.5 cm

## 3.2.2. Cálculos del sistema de ventilación

### 3.2.2.1. Cálculo del ventilador

#### 3.2.2.1.1. Selección del ventilador de aire.

El ventilador a utilizarse seleccionara en base al flujo de aire que se requiere suministrar al deshidratador. El cálculo de dicho flujo se puede consultaren el epígrafe 3.2.2.1.3.

#### 3.2.2.1.2. Cálculo flujo máximo del aire.

Se mencionó anteriormente que se tomó en cuenta al maíz, para poder seleccionar el tipo de ventilador que se necesita para la circulación del aire, se considera

En el **ANEXO A1** se encuentra. **Tablas de propiedades, figuras y diagramas (unidades si)**. Se considera el calor específico del agua y también el del aire que se encuentran en la tabla (1.8).

Para calcular el flujo máximo de aire se necesita conocer la variación de la temperatura del agua y aire, estos datos se encuentran en la tabla (1.6); Datos de temperatura del aire, tomados del **Anexo A8**.

Aplicando la (Ecu.1.1) se determinó la variación de temperatura del aire.

$$\Delta T_{aire} = (T. aire entrada - T. aire salida) \quad \text{Ecu. 1.1}$$

$$\Delta T_{aire} = (60 - 33)^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T_{aire} = 27^{\circ}\text{C} \quad \text{Resp. 3.5}$$

Aplicando la (Ecu.1.2) en los datos de la tabla (1.7) del capítulo I: Recomendaciones de humedad inicial y final se determinó la variación de temperatura del agua.

$$\Delta T_{\text{agua}} = (T. \text{ agua salida} - T. \text{ agua entrada}) \quad \text{Ecu. 1.2}$$

$$\Delta T_{\text{agua}} = 33 \text{ } ^\circ\text{C} \quad \text{Resp. 3.6}$$

Para tener un valor exacto de la humedad total del Maíz se debe restar los valores de la humedad inicial y final por medio de la (Ecu.1.3) de los datos de la tabla (1.5) del capítulo I.

$$W = w_o - w_f \quad \text{Ecu. 1.3}$$

$$w = 47\% \quad \text{Resp. 3.7}$$

Para encontrar el valor de la hfg debemos interpolar el valor que se tiene de acuerdo a la Temperatura promedio del agua que se encuentra en la tabla (1.7) del capítulo I que es 34°C, siguiendo la tabla según el ANEXO A2 al interpolar dicho valor.

**TABLA N° 3.35: Tabla de temperaturas de saturación del agua enthalpy kj/kg**

Temp. T°C	Evap.Hfg
X	Y
X1 = 50	Y1 =2429.8
X = 34	Y =?
X = 35	Y0 =2417.9

**Fuente:** Yanus. A. Cengel, Michael a. boles termodinámica séptima edición

Al interpolar, los 34°C que es el valor promedio de la temperatura del agua debemos utilizar los datos de la tabla (3.35) de saturación del agua.

$$y = y_0 + (x - x_0) * \frac{(y_1 - y_0)}{(x_1 - x_0)}$$

$$y = 2420,28.$$

**Resp. 3.8**

Al interpolar dicho valor, nos da como resultado **2420,28KJ/Kg**

Entonces tenemos que:

El cálculo se realiza para una masa inicial de producto de 10 kg y considerando un tiempo de secado de 64800s (18h).

$$m_{aire} = \frac{m_w * (C_{pw} * \Delta T_{agua} + h_{fg})}{t * \eta_s * C_{pa} * \Delta T_{aire}}$$

**Ecu. 1. 11**

$$m_{aire} = 0,0139g/s$$

**Resp. 3.9**

### **3.2.2.1.3. Cálculo del flujo volumétrico.**

La forma correcta de elegir un ventilador para el deshidratador eléctrico se debe calcular el flujo volumétrico.

Después de haber calculado el valor del flujo máximo se debe calcular por medio de los parámetros que se toma en cuenta para el del flujo máximo.

- La velocidad del ventilador
- La densidad del aire
- El área de la ubicación del ventilador.
- Capacidad del deshidratador
- Numero de niquelinas

**TABLA N° 3.36: Tabla del flujo volumétrico**

La velocidad del ventilador $m_{aire}$	La densidad del aire $\rho V$	El área de la ubicación del ventilador, tobera $A$
0,0139 g/s	1,2Kg/m <sup>3</sup>	0,58m <sup>2</sup>

**Fuente:** <http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/102/comentarios/tablasC102.pdf>

La densidad del aire se encuentra especificado en la tabla en el **ANEXO A3** y se verifica con el valor de  $\rho$  1,2Kg/m<sup>3</sup>

No se sabe la velocidad que se requiere para la circulación del aire por medio de la tobera que será construida en la máquina, por lo cual se debe utilizar (Ecu.1.13)

$$m_{aire} = \rho V + A \quad \text{Ecu. 1.13}$$

$$V = 0,019\text{m/s} \quad \text{Resp. 3.10}$$

Después de obtenida la velocidad se procede a encontrar el valor del flujo volumétrico, mediante con la (Ecu. 12)

$$Q = A * V \quad \text{Ecu. 1.12}$$

$V$ = Velocidad por la que circula el aire en m/s, es calculada mediante de la (Ecu.3.11)

$$Q = 0,011\text{m}^3/\text{s} \quad \text{Resp. 3.11}$$

El suministro de aire al deshidratador eléctrico se realizara mediante un ventilador centrífugo que es de características apropiadas para procesos de secado.

En el diseño de la máquina se determinó que la dimensión del ventilador blower será de  $\Phi$  0,073m, por las características de construcción de la máquina se toma esta medida.

Ya identificado la medida del diámetro del ventilador, por consiguiente se prosigue a calcular el área de entrada de la tobera, utilizando la siguiente ecuación:

**TABLA N° 3.37: Datos del ventilador centrífugo**

<b>Ventilador centrífugo</b>	<b><math>\Phi</math></b>	<b>Ecuación</b>	<b>Radio</b>
Blower	0,073m	$A1=\pi R^2$	R=0,0365m

Ya identificado la medida del diámetro del ventilador, por consiguiente se prosigue a calcular el área de entrada de la tobera, utilizando la siguiente ecuación:

$$A1=\pi R^2$$

Como el diámetro del Blower es de  $\Phi$ 0,073 m, entonces diremos que el radio es R=0,0365m:

$$A1 = 0,0042m^2$$

**Resp. 3.12**

Ya encontrado el valor de la entrada de la tobera se debe seguir calculando. Se considera que la máquina será construida en la ciudad de Latacunga, como nos dice la presión, pues en la ecuación se utiliza entalpías, el valor de la temperatura que está en grados centígrados se transforma a grados kelvin.

Ya obtenida la temperatura en grados kelvin, se procede a buscar los valores de la entalpia 1 y 2 que se encuentra en la tabla que nos indica el **ANEXO A4**.

Se escogió estas entalpias porque la diferencia de cada entalpia sobre la otra no puede sobre pasar más del 10%.

**TABLA N° 3.38: Valores de la densidad del aire ambiente “Gas ideal del aire”**

<b>Ciudad de Latacunga</b>	<b>Temperatura °C</b>	<b>grados °K</b>	<b>entalpia 1 h1=h@290,15</b>	<b>entalpia 2 h2=h@300</b>
Presión 101 Kpa	17	290	290,16KJ/Kg	300,19KJ/Kg

**Fuente:** Yanus. A. Cengel, Michael a. boles termodinámica séptima edición

Anteriormente se dedujo que la velocidad que circula por la tobera es de **0,0198m/s**, se necesita saber la velocidad con la que ingresa el aire al interior de la cámara, se calculará este dato mediante la (Ecu. 1.16)

$$E_{Entrada} - E_{Salida} = dE_{Sistema}/dt \quad \text{Ecu. 1.16}$$

$$V^2 = 20.06039 \quad \text{Resp. 3.13}$$

Transformando KJ/Kg a m<sup>2</sup>/s; tenemos que:

$$\frac{20,06039KJ}{Kg} \left| \frac{\frac{1000m^2}{s^2}}{\frac{1KJ}{Kg}} \right| = 200603m^2/s^2 \quad \text{Resp. 3.14}$$

Entonces:

Resultado de la velocidad:  $V = 141,63m/s$

**Resp. 3.15**

Se determina, mediante la (Ecu.1.12) que:

$$Q = A * V$$

**Ecu. 1.12**

$$Q = 0,59m^3/s$$

**Resp. 3.16**

Transformando de  $m^3/s$  a  $m^3/h$

$$Q = \frac{0,59m^3}{s} * \left| \frac{3600s}{1h} \right| = 2124 \text{ m/h}$$

Caudal del ventilador

$$Q = 2124 \text{ m/h}$$

**Resp. 3.17**

Se obtiene el valor del caudal de aire, que depende para la selección del ventilador mediante la tabla de datos de los distintos ventiladores en el **ANEXO C5** donde se serán especificados en la tabla (3.39)

**TABLA N° 3.39: Datos del ventilador**

<b>Voltaje</b>	<b>Amp</b>	<b>ventilador de tipo</b>	<b>Velocidad</b>	<b>Caudal m/h</b>
110	4	Blower	3600 rpm	2125

**Fuente:** <http://www.cccme.org.cn/products/detail-8064808.aspx>

### 3.2.3. Cálculos de las Niquelinas

En el sistema de calefacción se empleó las ecuaciones correspondientes para el diseño de la niquelina.

#### 3.2.3.1. Cálculo del Balance de Energía

Un correcto aislamiento en la cámara permite conservar el calor que impida que bajen las temperaturas en las paredes internas, la transferencia de calor se da desde el interior del horno hacia el ambiente.

Los materiales de construcción de la máquina son netamente de acero INOX para el recubrimiento que soporte las temperaturas de operación de la máquina, es conveniente utilizar fibra de vidrio y en la puerta de la máquina para que se pueda observar el proceso de deshidratación tendremos como material al vidrio templado

##### 3.2.3.1.1. Pérdida de energía calorífica por conducción del recubrimiento.

Iniciamos calculando la energía calorífica de la fibra de vidrio, buscamos el dato de la conductividad térmica se detalla en el **ANEXO A5**. Se detalla los datos de las temperaturas en la tabla (3.40)

**TABLA N° 3.40: Energía calorífica de la fibra de vidrio**

<b>Conductividad Térmica K</b>	<b>Temperatura máxima °C</b>	<b>Temperatura ambiente °C</b>	<b>Área paredes donde será ubicado la fibra</b>
0,4 W/mK	60	17	1,597m <sup>2</sup> .

Fuente: <http://didactica.fisica.uson.mx/tablas/conductermica.htm>

De acuerdo a la (Ecu. 1.14)

$$Q_{\text{Conducción}} = K * A * \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \text{Ecu. 1.14}$$

$$Q_{\text{Conducción}} = 29,52W \quad \text{Resp. 3.18}$$

Consta de 4 paredes, tenemos que multiplicar:

$$Q_{\text{Conducción}} = 29,52W * 4$$

$$Q_{\text{Conducción}} = 118.11W \quad \text{Resp. 3.19}$$

Segundo, calculamos la conductividad térmica del vidrio templado  $K= 1,05W/mK$ , este dato se encuentra en el ANEXO A6. Se detalla los datos de las temperaturas.

**TABLA N° 3.41: Conductividad térmica del vidrio templado**

Conductividad Térmica K	Temperatura máxima °C	Temperatura ambiente °C	Las paredes donde será ubicado el vidrio templado
1,05W/mK,	60	17	1,597m <sup>2</sup> .

**Fuente:**<http://www.inti.gov.ar/cirsoc/pdf/102/comentarios/tablasC102.pdf>

$$Q_{\text{Conducción}} = K * A * \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad \text{Ecu. 1.14}$$

$$Q_{\text{Conducción}} = 721,10W \quad \text{Resp. 3.20}$$

El consumo total de energía es sumando las pérdidas caloríficas de la fibra de vidrio y vidrio templado.

$$Q_{\text{Conducción total}} = \text{Fibra de vidrio} + \text{vidrio templado}$$

$$Q_{\text{Conducción total}} = 839.21W$$

**Resp. 3.21**

**TABLA N° 3.42: Propiedades de los materiales utilizados en la cámara**

<b>Paredes</b>	<b>Material</b>	<b>Conductividad térmica [W/mK]</b>	<b>Espesor [mm]</b>
<b>Interior</b>	AISI 306	17.3	1
<b>Aislamiento</b>	Fibra de vidrio	1,0987W	40
<b>Exterior</b>	AISI 304	70	0.794
<b><i>Puerta</i></b>			
<b>Interior</b>	AISI 306	17.3	1
<b>Aislamiento</b>	Fibra de vidrio	1,0987W	40
<b>Exterior</b>	AISI 304	721,10 W	0.794

**3.2.3.1.2. Cálculo de la potencia requerida en el sistema de calefacción  
niquelinas.**

Para la selección de la potencia, requerida de las niquelinas para el deshidratador eléctrico automatizado, primero se calculan los requerimientos de energía calorífica que va estar sometido la cámara de niquelinas por el número, el voltaje y corriente que van a trabajar por medio del (Ecu.1.14)

Se considera que la temperatura 1 es de **T1: 17 °C** y la temperatura 2 es **T2: 60°C**, como **Q= 0,0139Kg/s**, necesitamos conocer  $\Delta h$  la variación de entalpías, se puede determinar por medio de la carta psicometría que nos va a proporcionar valores en rangos aceptables de los datos establecidos.

Donde tendremos que representar la humedad relativa, el coeficiente de la humedad absoluta.

Se observa que al momento de graficar en la carta psicométrica se pudo hallar los siguientes valores  $h_1$  y  $h_2$ , procedemos a desarrollar el cálculo, hay que tener como dato principal que  $\Delta h$  es igual a  $(h_2 - h_1)$ .

$$P = 0,0139Kg/s * (106KJ/Kg\text{aireseco} - 47KJ/Kg\text{aire seco})$$

$$P = 0,820KJ/s$$

**Resp. 3.22**

El valor de P, se suman  $Q_{\text{Conducción total}}$ , para considerar la potencia total que se necesite calentar las niquelinas dentro de la cámara de deshidratación y así lograr llegar a los grados establecidos por el método de secado y deshidratación..

$$P = KJ/s + Q_{\text{Conducción total}}$$

$$P = 840.03 KJ/s$$

**Resp. 3.23**

### **3.2.4. Tiempo de secado**

Debido a que el tiempo de secado es inversamente proporcional a la temperatura aplicada, es necesario conocer las características de los mismos, es necesario calcular

el tiempo estimado para el desarrollo de secado del producto, por medio del siguiente análisis:

$$m = \frac{m_{aire}}{s} * \left| \frac{t}{1h} \right|$$

$$m = \frac{0,0139Kg}{s} * \left| \frac{3600s}{1h} \right|$$

$$m = 50.04 \text{ Kg/h} \quad \text{Resp. 3.24}$$

Si realizamos el mismo análisis, utilizando en cambio el flujo volumétrico queda que:

$$m = \rho * V$$

$$V = 39.96 \text{ m}^3/\text{h} \quad \text{Resp. 3.25}$$

Si el aire de salida tiene 60% y cantidad de agua desalojada de 0,13% tendríamos que: **Wo: 0,011 Kg agua/Kg aire seco** y **Wf: 0,030 Kg agua/Kg aire seco**, estos parámetros se encuentran en el **Anexo A7**: Entonces disponemos a calcular:

$$50.04 \text{ Kg/h} * (0,030 - 0,011) \text{ Kgagua/Kgaire seco}$$

$$50.04 \text{ Kg/h} * 0,019$$

$$0.950 \text{ kg/h} \quad \text{Resp. 3.26}$$

Además para sacar 9.87 Kg de agua contenido en 20 Kg de Maíz se requiere el tiempo de:

$$\text{Si } 9.87 \text{ Kg} = 2,12 \text{ Kg/h}$$

$$t = 4.65 \text{ h} \quad \text{Resp. 3.27}$$

Las semillas de los cereales necesitan **t = 5h. 5m** tiempo estimado.

### 3.3. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL PROYECTO

#### 3.3.1. Costos

En las siguientes tablas se detallan los costos directos de la instalación del sistema, los costos corresponden al sistema de deshidratación eléctrico automatizado para al secado de semillas de cereales, el cual incluye dispositivos electrónicos, dispositivos eléctricos de protección, estructura metálica, planchas de acero inoxidable, aislamiento de calor, sistema de calefacción y sistema de ventilación con todas la especificaciones y normas señaladas para la implementación.

**TABLA N° 3.43: Costos de elementos del proyecto de investigación**

N°	Descripción	Costo unitario	Total
2	Plancha de acero inoxidable ASTM 304 cm	400	800
2	Plancha de acero inoxidable ASTM 306 cm	450	900
1	Estructura metálica perfil cuadrado Acero	300	300
4	Pernos	0.45	1.80
4	Tornillos	0.45	1.80
4	Codos	2.50	10
2	Codos universales	3.0	3.0
1	Codo tipo T	3.5	3.5
70	Remaches	0.5	3.5
1	Vidrio Templado	30	30
7	Fibra de vidrio	9	63
3	Niquelinas Chromalox seca de 220v 3000w	20.144	60.432
1	Gabinete para niquelinas	40	40
2	Recubrimiento para distribuidor de aire	45	45
1	Chimenea	25	25

**TABLA N° 3.43: Continuación**

1	Chapa para la puerta	3.50	3.50
4	Ruedas	3.0	3.0
1	Ventilador Blower eléctrico de 250w de 3''	74.92	74.92
1	PLC FP4035T-E; + HMI 320*240 QVGA 3/5'' Color TFT Marca Renu. S/N	580.58	580.58
1	Modulo FPED-HS-0808RN; 8 DI , 6 Relay outputs (2A ,5A per common), 2 NPN outputs; Renu Electronic S/N	172.90	172.90
1	Modulo FPEA-0800LC; 8 12 bit inputs 4-20 mA; Renu Electronic	307.58	307.58
1	LP1050D24S; 24V/2,1A Din rail power supply; Miwi	39.97	39.97
1	HT-51-D;4-20mA temperatura humidity transmitter Esodrive	114.40	114.40
2	SSR-40A ; Solid State relay 40A; Ibest	27.07	54.14
1	Módulo HU- 10S, sensor de humedad y temperatura	9.34	9.34
1	Paro de emergencia	12	12
4	Pulsadores 2 NA, 2NC	2	8
30	Conductor flexible AWG 14#	0,5	15
1	Braker de 50 <sup>a</sup>	13	13
1	Braker de 50 <sup>a</sup>	13	13
2	Montaje del proyecto de la investigación	500	1000
	Elaborado por: Grupo de Investigación	Sub total	4708.362
		I.V.A 12%	682,1
		<b>TOTAL</b>	<b>5390.462</b>

Representa una inversión de 5390.462 USD. Los mayores valores representan a los elementos de automatización (PLC, Módulos) a la construcción, materiales del

deshidratador y a la implementación ejecutada en la Universidad Técnica de Cotopaxi, los cuales llegan a significar el 98% del monto generado establecido para el diseño y construcción del deshidratador eléctrico automatizado.

En la tabla 38 se muestra los resultados obtenidos del consumo de energía al aumentar la masa del producto, desde los intervalos de 1-20 kg, y con los tiempos indicados de 15min a 300min lo cual permitió analizar la factibilidad de la máquina y el tiempo que se reduce el deshidratado. Después de realizar la implementación del deshidratador eléctrico automatizado en correcto funcionamiento y se procedió a realizar el respectivo análisis en factibilidad, el cual se lo explica de acuerdo a los datos obtenidos se evaluó el tiempo de secado de las semillas para distintas masas.

**TABLA N° 3.44: Análisis del tiempo utilizado en el proceso**

Análisis del tiempo utilizado en el proceso				
Sin Implementación		Con implementación		
Cantidad kg	Tiempo horas	Cantidad kg	Tiempo horas (h)	Consumo de energía en Kwh
1	Depende del clima	1	0.25	1.9
3	Depende del clima	3	0.75	5.7
6	Depende del clima	6	1.5	11.5
9	Depende del clima	9	2.25	17.3
12	Depende del clima	12	3	23.1
15	Depende del clima	15	3.75	28.8
18	Depende del clima	18	4.50	34.6
20	Depende del clima	20	5	38.5

### ***3.3.2. Beneficios del deshidratador eléctrico Automatizado***

Los beneficios que aporta el diseño, construcción de un deshidratador eléctrico automatizado se ven reflejados en el ahorro de los estudiantes de la carrera de agroindustrias, más aun si tomamos en cuenta la relación de tiempo y dinero entre la necesidad de este sistema y que deben trasladarse a otras ciudades por esta necesidad, esto sumado al hecho de que se trata de energía limpia, amigable con el medio ambiente permitirá a los estudiantes implementar una producción de secado de semillas y posterior mente la fabricación de harinas la cual les admitirá mejorar significativamente su calidad de aprendizaje en la práctica.

### ***3.3.3. Determinación del costo de la energía***

A continuación se describe la metodología que se debe seguir para calcular el consumo energético. El deshidratador posee una potencia eléctrica asociada cuyas unidades son conocidas como Watts o Vatios, dicho valor se encuentra indicado en la etiqueta de datos técnicos que viene pegada en el equipo.

Los datos técnicos indican el valor del voltaje así como la corriente eléctrica del equipo; por lo tanto para calcular aproximadamente el valor de la potencia eléctrica, se deben usar ambos valores, usando la siguiente formula aritmética:

$$\text{Potencia eléctrica (W)} = \text{Voltaje (220v)} \times \text{Corriente eléctrica (35A)}$$

**Dónde:**

- Potencia eléctrica en Vatios (W)
- Voltaje en voltios (V)
- Corriente eléctrica en amperios (A)

**Datos:**

- Potencia eléctrica del deshidratador : 7700 Watts
- Tiempo de uso: 5 hora por día

Cuando él equipo se conecte al tomacorriente y se enciende, este va a consumir una cantidad de energía eléctrica que depende del tiempo que lo mantengamos encendido, primero se debe conocer el valor de su potencia eléctrica, y las horas de encendido del equipo luego se toman dichos valores y se aplica el siguiente cálculo:

**Datos:**

$$E = \text{Potencia} \times \text{tiempo}$$

$$E = 7700 \text{ Watts} \times 5 \text{ hora}$$

$$E = 38500 \text{Wh al día}$$

Las unidades obtenidas cuando se aplica la formula anterior son **Wh**, este valor se debe multiplicar por la cantidad de días de uso al mes y dividirlo entre 1 000 (mil) para obtener los kWh.

$$E = 38500 \text{ Wh} = 38,5 \text{KWh por día} \text{-----} 1000$$

$$E \text{ (KWh)} = 38.5 \text{ KWh/ día} \times 30 \text{ KWh/ mes}$$

$$E = 1155 \text{KWh/ mes}$$

Entonces el consumo del deshidratador utilizándola unas cinco horas durante 30 días al mes es de 1155 kWh de energía eléctrica.

**TABLA N° 3.44: Resultados de las ecuaciones**

<b>Nombres de la variable</b>	<b>Unidades</b>	<b>Valor</b>
Altura de la cámara.	M	0.8
Dimensión de las bandejas.	m <sup>2</sup>	3.3
Cálculo flujo máximo del aire.	g/s	0,0139
Cálculo del flujo volumétrico.	CF	1260,44
Perdida de energía calorífica por conducción del recubrimiento.	W	29,52
Cálculo de la potencia requerida en el sistema de calefacción niquelinas.	KJ/s	0,820
Tiempo de secado	Horas y minutos	5.5

### **3.4. Materiales electrónicos y eléctricos seleccionados**

#### ***Niquelinas Chromalox seca***

Se utilizó las tres niquelinas de 220v para el proyecto con el fin de obtener en menos tiempo la temperatura indicada para el secado de semillas estas niquelinas son de

3000w, cada una están ubicadas en paralelo y en una caja térmica que permite aislar la temperatura que generan las mismas ubicadas en la parte posterior del deshidratador.

**FIGURA N° 3.15**  
**NIQUELINAS CHROMALOX SECA**



***PLC FP4035T-E***

Se utilizó un PLC Renu porque nos permite controlar de una forma manual o automática las variables de tiempo y temperatura, la manipulación de las pantallas es de una forma táctil las características son similares a un PLC Siemens, este cuenta de un sistema HMI. Verificar las características en **Anexo D1**.

**FIGURA N° 3.16**  
**PLC FP4035T-E**



### ***Módulo FPED-HS-0808RN***

Utilizamos un módulo FPED porque este cuenta con 8 entradas y 8 salidas digitales las cuales van a permitir controlar a las niquelinas y al ventilador, las salidas NPN nos van a permitir controlar los sensores de temperatura y humedad. Verificar las características en **Anexo D2**.

**FIGURA N° 3.17**  
**MÓDULO FPED-HS-0808RN**



### ***Módulo FPED-HS-0800LC***

Utilizamos un módulo FPED para poder controlar los sensores de temperatura y humedad, este cuenta con 8 a 12 bits los cuales tienen 8 entradas análogas de los cuales utilizamos 4 que permiten activar los sensores esta no tiene salidas. Verificar las características en **Anexo D3**.

**FIGURA N° 3.18**  
**MÓDULO FPED-HS-0800LC**



### ***Fuente LP1050D24S***

Se utiliza una fuente de 12v a 500w que nos permitirá alimentar al PLC FP4035T-E y a los módulos FPED-HS-0808RN, FPED-HS-0800LC, esto permitirá que se activen todos los comandos de control esta fuente cuenta con un amperaje de 2,1 amperios, revisar **Anexo D2**.

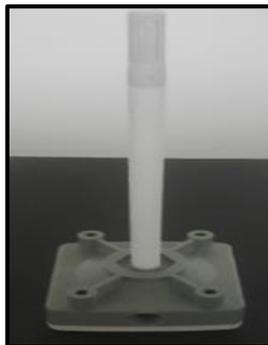
**FIGURA N° 3.19**  
**FUENTE LP1050D24S**



### ***Sensor de temperatura y humedad HT-51-D***

Se utiliza un sensor de temperatura y humedad HT-51-D que nos permite obtener datos para el PLC los cuales son transformados y visualizados en la pantalla del PLC, este sensor tiene un amperaje de 4 -20mA

**FIGURA N° 3.20**  
**SENSOR DE TEMPERATURA Y HUMEDAD HT-51-D**



### ***Relé SSR-40***

Se utiliza un relé que nos permite el encendido y apagado de las niquelinas se coló el relé de 40A por las tres niquelinas ya que cada una genera 10A y la sumatoria de las tres nos da 30A estos relés están ubicados en la caja de control.

**FIGURA N° 3.21**

**RELÉ SSR-40**



### ***Pulsador de paro de emergencia***

Este dispositivo nos va a permitir cortar el paso de energía al sistema por si se produjera algún evento en el funcionamiento de la máquina lo cual va permitir que no se destruyan los elementos que se usaron en la máquina.

**FIGURA N° 3.22**

**PULSADOR DE PARO DE EMERGENCIA**



***Pulsadores manuales.***

Estos nos van a permitir operar las niquelinas, el ventilador y realizar una manipulación de los comandos de una forma manual, están ubicadas en el panel.

**FIGURA N° 3.23  
PULSADORES MANUALES.**



***Conductor flexible AWG #10***

Se utiliza un conductor #10 para las conexiones de las niquelinas ya que este es el indicado para la circulación de voltaje de 220v y corriente de 10A por cada niquelina que se usó en la máquina revisar en **Anexo D4**.

**FIGURA N° 3.24  
CONDUCTOR FLEXIBLE AWG #10**



### *Conductor flexible AWG #16*

Se utiliza un conductor #16 para las conexiones de los comandos, que van dentro del tablero ya que este es el indicado para la circulación de voltaje y corriente revisar en **Anexo D4**.

**FIGURA N° 3.25**  
**CONDUCTOR FLEXIBLE AWG #16**



### *Braker de 20A*

Se utiliza los brakers para cortar el voltaje, porque puede existir una sobre carga en el sistema lo cual va a permitir proteger al resto de los elementos.

**FIGURA N° 3.26**  
**BRAKER DE 20A**



### *Fusibles de 3A y 30A*

Se utiliza los fusibles para proteger los sistemas electrónicos que tiene el panel de control y no permita que existan averías en los equipos de control, estos están ubicados al inicio de los braker.

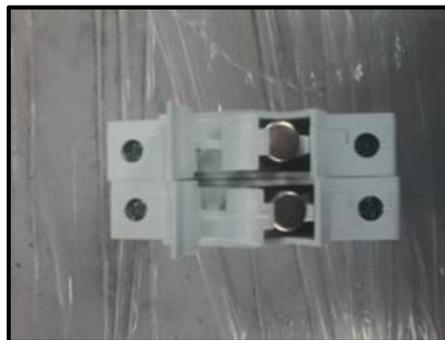
**FIGURA N° 3.27**  
**FUSIBLES DE 3A Y 30A**



### *Porta fusibles.*

Los porta fusibles son de gran ayuda ya que nos permiten alojar los fusibles y no permiten el contacto con ellos ya que son frágiles o pueden estar energizados.

**FIGURA N° 3.28**  
**PORTA FUSIBLES**



### **3.5. Conexión Eléctrica**

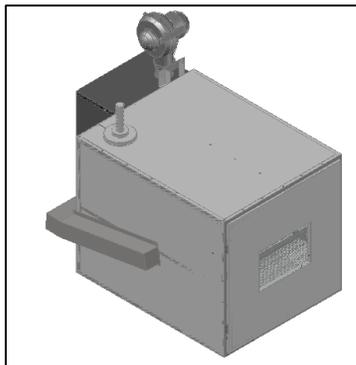
Para la conexión eléctrica se utilizan los esquemas de mando que permiten actuar sobre el flujo de la energía, conectando, desconectando y regulando las cargas eléctricas aportando la seguridad del circuito en este caso serán los componentes de profesión los relés. El diagrama de mundo estará conformado por el PLC EL HMI el Braker, luces de señalización variador de corriente los sensores de humedad, los sensores de temperatura, los pulsadores de paro marcha y paro de emergencia esto se visualiza en el plano de conexión eléctrica **ANEXO3.7**

#### ***3.5.1. Programación del Plc***

La programación del PLC se hace mediante las variables que se quiera controlar por ejemplo tiempo, temperatura, velocidad, etc., además de poder ser programados, son automáticos, es decir son aparatos que comparan las señales emitidas por la máquina controlada y toman decisiones en base a las instrucciones programadas, para mantener estable la operación de dicha máquina la programación del PLC está en el **ANEXO E.**

#### ***3.5.2. Proyecto terminado***

**FIGURA N° 3.29**  
**DESHIDRATADOR**



## **Conclusiones:**

A partir del diseño, construcción, implementación y evaluación del deshidratador eléctrico se ha extraído las siguientes conclusiones

- El tiempo de secado de las semillas se disminuyó en un 95% (desde cuatro días de secado al sol a cinco horas en la cámara de secado), con las consiguientes ventajas que ello representa más producción.
- El control de la temperatura en el deshidratador se realiza mediante la utilización de controladores de temperatura y el tiempo de secado se controla a través del PLC utilizado.
- El control de las variables de temperatura y tiempo de secado, establecidos para cada tipo de semillas, mejora de forma significativa el proceso de secado de las mismas.
- El funcionamiento del deshidratador de forma automática controla el encendido y apagado del ventilador y las niquelinas con la activación de los relés de estado sólido.
- Controlando los rangos de operación (temperatura y tiempo), programados en el PLC existe un ahorro de mano de obra.
- Finalizando el proceso de secado, no existió ningún tipo de contaminación para las semillas, de esta forma se comprobó la eficiencia de los Aceros Inoxidables 304 y 306 que están forrando la cámara de secado.

## **Recomendaciones:**

Para un buen funcionamiento del deshidratador eléctrico se recomienda.

- Tener en cuenta la capacidad que soporta cada bandeja, para prevenir daños en la malla que la forma, mediante el peso que se coloca en la maquina se establece el tiempo de secado en la pantalla del PLC.
- Consultar el manual de operación y funcionamiento del deshidratador, para comprender el funcionamiento de cada pantalla del PLC y función de cada botón y pulsador
- Limpiar las semillas antes de colocarlas en el deshidratador, permitiendo que estén libres de impurezas y con sus rangos de operación establecidos, ya que si la temperatura no es la indicada podría destruir el producto.
- Verificar que la maquina esté conectada a 220v y Neutro que todos los comandos estén funcionando correctamente ya sea de forma manual o automática, tomando en cuenta que para la manipulación del PLC se debe revisar previamente el manual de funcionamiento.
- Verificar que el paro de emergencia no esté pulsado sino la maquina no realizara la operación de secado, la puerta del deshidratador debe estar cerrada y no abrirla en su operación para evitar pérdidas de temperatura.
- Evitar mojar el tablero eléctrico porque podría ocasionar un corto circuito al momento de accionar los comandos de control de la máquina, la limpieza de la maquina se debe realizarse con la maquina apagada y desconectada.

- Verificar que la temperatura no exceda los 60°C si se realiza la operación manual de la maquina porque podría quemar la semilla en el proceso de secado o las niquelinas sufrir alguna avería.
- Colocar las semillas de forma dispersa permitiendo que el aire caliente realice el secado uniforme, tomando en cuenta el peso que soporta las bandejas evitando daños en las mismas.

## GLOSARIO

- **Dimensiones.**-Es un número relacionado con las propiedades métricas o topológicas de un objeto matemático.
- **Parámetros.**- Especificaciones que son expuestas para realizar un trabajo o construcción o realización de un proyecto.
- **Transmisión.**- Conjunto de mecanismos que comunican el movimiento de un componente a otro, alterando gradualmente su velocidad.
- **Desecación.**- Extracción o eliminación de la humedad de un terreno o cuerpo.
- **Biomasa.**- Suma total de la materia de los seres que viven en un ecosistema determinado, expresada habitualmente en peso estimado por unidad de área o de volumen.
- **Ergonomía.**- Es el estudio del trabajo en relación con el entorno en que se lleva a cabo (el lugar de trabajo) y con quienes lo realizan (los trabajadores). Se utiliza para determinar cómo diseñar o adaptar el lugar de trabajo al trabajador a fin de evitar distintos problemas de salud y de aumentar la eficiencia.
- **Microbiano.**- Causado por los microbios o relativo a ellos.
- **Perecederos.**- Alimento que conserva sus propiedades solo durante un espacio de tiempo determinado.

- **Envasado.**- Cuando todos los posibles materiales inertes y semillas de hierbas u otros cultivos han sido removidos, las semillas están listas para envasarse. Algunas veces se aplica un tratamiento de fungicida o insecticida antes de ser envasadas. Las semillas pueden enseguida envasarse directamente a otras compañías de semillas o ser conservadas en el almacén hasta que se necesiten.
- **Blanqueado.**- Este proceso se utiliza especialmente en verduras y frutas para mantener su color y sabor. Este método consiste en introducir el alimento en agua salada hirviendo o en vapor (en el caso de verduras de hoja verde) durante algunos segundos o minutos, dependiendo del alimento. Luego, se sumergen en agua helada y se escurren.
- **Desecación.**-Consiste en eliminar total o parcialmente los líquidos que lo impregnan. Normalmente se refiere al agua, pero es extensible a otros líquidos como alcohol o éter.
- **Termistores.**-Son elementos conductores que están diseñados para cambiar su resistencia eléctrica cuando son sometidos a cambios de temperatura.
- **Termopares.**- Son transductores que consisten de dos metales diferentes u otros materiales (cerámica y semiconductores) que son fluidos y unidos, el extremo del uno con el otro.

## **BIBLIOGRAFIA**

### **Referencias Bibliográficas Citadas**

- BABOR, Joseph. Química General Moderna. 1Ed. Editorial Marín. Barcelona, 2005, p. 75-80.
- BAEZ, Enrique. Diseño y construcción de un deshidratador de frutas y la comercialización de sus productos Editorial. 1Ed. Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo, Morelia (México), 2011. p. 20, 23.
- BAGUE, Ana. Tecnología Farmacéutica, Editorial club universitario .1Ed. San Vicente (Alicante), 2012. p. 71.
- CARVALHO, Moreira. A Secagem de Sementes. FUNEP. Funcao Zootecnia. Jaboticabal. SP. 1Ed. Brasil, 2009. p. 165.
- CARR. Joseph. Sensores and circuits. Prenticehall. E.U.A. Existen diferentes tipos de sensores que son comúnmente usados para medir la temperatura. 1 Ed. 1993.
- CASTAÑO, Andrés. Libro de diseño de máquinas Posada Hernán Darío Moreno Ramírez “Universidad Pontificia Bolivariana facultad de Ingeniería mecánica.1Ed. Medellín, 2004, p.5.
- CASTILL, Ramírez Arturo, Cinemática de las máquinas.1Ed, 2005, p. 4.
- CHAVEZ, Daniel. Elaboración de un tablero de control balanceado, como modelo de administración estratégico en una Institución. 1 Ed. Quito, 2011. p. 22-23.

- FUENTES, Patricio. Máquinas Eléctricas, en el programa de Ingeniería de Ejecución en Electricidad Departamento de Ingeniería Eléctrica y Electrónica de la Universidad del Bío Bío, en Chile; 2007, p. 3.
- FILHIO, J. Marcos. “Secado de semillas”. Fisiología de sementes de plantas cultivadas. Fundacao de estudos agrarios Luiz de Queiroz- TEALQ. Piracicaba.1Ed. SP. Brasil, 2005. p. 50.
- FITZER, Erich Fibers, 5. Synthetic Inorganic». Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry (Weinheim, Alemania: Wiley-VCH Verlag GmbH& Co. KGaA, 2003 .p. 5.
- GROFF, Rebufel. Secado de granos in .Seednews Larevista internacional de semillas Año VI. 2Ed. Edicao. Marzo/Abril ISSN. 1415-0387.Pelota. RS. Brasil, 2002. p. 30.
- GUZMAN Santiago, MEYTHALOER Jorge. “Diseño y construcción de un horno para secado de frutas por condensación, para el laboratorio de energías renovables”, Trabajo de titulación (Ingeniera Mecánica). Quito –Ecuador, Escuela Politécnica del Ejercito, 2007, p.134, 135, 136.
- LASCANO, Alexandra. Universidad Técnica de Ambato facultad de ciencia e ingeniería en alimentos, Tesis de Grado, Editorial Ambato, Ecuador. 2012, p. 21-26.
- LÓPEZ, Alex. Diseño y construcción de una máquina de pruebas para el control de tiempo, temperatura y humedad en la experimentación del proceso de deshidratación para la carrera de ingeniería agroindustrial, Latacunga, 2013.

- MARTÍNEZ María. EMA 4. Fuentes de alimentación, PDF D. Pardo, 1999. p. 40.
- MATTOLIN, Miguel. El diseño en Ingeniería mecánica, Elementos de Máquinas y Máquinas y Equipos Industriales, .1Ed. Editorial Keiser, Mendoza Argentina, 2010. p.76.
- MABIE, E. Mecanismos y dinámica de maquinaria. 1Ed, 2004. p. 21.
- MORA, Godoy. Diseño y construcción de una maquina Automatizada para el proceso de secado. Editorial Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. 1 Ed. Riobamba (Ecuador). 2012.
- MONROY, Cristóbal I.E.S. Dpto. de Tecnología Procedimientos de unión.1Ed. Soldadura, 2006, p. 63.
- MOTT, Robert. L. (Diseño de Elementos de Máquinas 4ta Edición, 2006, p. 19).
- NARVÁEZ, Edison. Diseño y construcción de un secador de grano por fluidización e implementación del control de flujo y temperatura. Editorial Escuela Politécnica. Quito (Ecuador), 2011. p.87.
- PALLAS Areny Ramón, Sensores y Acondicionadores de Señal. 1Ed, 2007. p. 29.
- PESKE, S.T. y Villela. Curso de ciencia y tecnología de semillas, Modulo 5. Secagem de Sementes, Brasilia-a DF,2005, p.72.

- ROMERO, Diego. Introducción a las aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de datos. 1Ed, 2011, p. 2-3.
- ROLDAN, Viloría José. (2005, P. 2) ROLDAN Viloría José (Neumática, Hidráulica y Electricidad Aplicada; Física aplicada y otros fluidos. 1Ed, 2005 p. 2
- ROMERO, Diego. Introducción a las aplicaciones Industriales del Procesamiento Digital de datos. 1Ed, 2011, p. 2-3.
- SÁENZ, Carmen. Utilización agroindustrial del napol, 1Ed. Editorial Fao, México, 2006, p. 82.
- SERNA, Jesús. Autores científicos técnicos y académicos, ventiladores centrífugos, 1Ed. México, 2010, p.3.
- SMITH, Ralph. Diseño de Maquinas, Editorial Trillas, Universidad de Stamford California. 1Ed. EEUU, 1996. p.43.
- SÁENZ, Carmen. Utilización agroindustrial del napol, Editorial Fao. 1Ed, México. 2006, p.82.
- SUAREZ, Diana. Guía de procesos para la elaboración de harinas, almidones, deshidratadas. Editorial Serie ciencia y tecnología. 1Ed. Bogotá, 2008, p. 34-35.
- VIDRESIF, Vidrio templado vidrio termo endurecido.
- YUNUS, Cengel. y Boles Michael, Termodinámica, Tomo I y II, 2da ed. México, McGraw-Hill, 2000, p. 6.

- ZEMANSKY, Mark. W. Calor y termodinámica. 6 Ed. Madrid: McGraw-Hill, 2010, P. 14.

### **Consultada**

- BENTLEY, R. Temperature and Humidity Measurement. Vol.1. Handbook of Temperature Measurements, chapter 7. Springer-Verlag, Singapore, 1998.
- BOHMAN, Iván. C.a. Certificaciones productos promociones Aceros Especiales, Aceros Inoxidables. Pdf
- Código alimentario-Alimentos Farináceos -Cereales, Harinas y Derivados Artículo 643, CEREALES.
- Iniap, Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias, 2008.
- Integrated Circuits Division, Ventajas de los relés de estado sólido respecto a los relés Electrónicos, Hoja de aplicación: AN-145ES.
- MARRAY, Spiegel. Estadística Segunda Edición (1991).
- MAUPOEY, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire.
- MOTT Robert L. Diseño de Elementos de Máquinas 4ta Edición; Prentice Hall, México, 2006. ISBN 970-26-0812-0
- PALLAS Areny Ramón, Sensores y Acondicionadores de Señal, Cuarta Edición, México, 2007. ISBN 978-970-15-1231-9.

- PRECOP. Proyecto de eficiencia de cosecha y poscosecha. Actualización Técnica. 1 Ed. PRECOP N° 16 Reimp, Córdoba, Argentina, Enero. 2006.

### **Bibliografía Virtual**

- <http://www.suono.com.mx/images/Porta-fusibles-tres.jpg>
- [http://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS\\_ES\\_PDF/ARGOS4035T-E.pdf](http://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS_ES_PDF/ARGOS4035T-E.pdf)
- [http://www: FAO. 1985. Prevention of Post-Harvest Food Losses: A Training Manual](http://www.fao.org)
- [http://www: Clarke, B. 1987. Post-Harvest Crop Processing: Some Tools](http://www.clarke.com)
- [http://www: Maupoey, Pedro. Introducción al secado de alimentos por aire](http://www.maupoey.com)
- [http://www:http://www.google.com/ec/search?q=partes+del+semilla&tbm=isch&tb](http://www.google.com/ec/search?q=partes+del+semilla&tbm=isch&tb)
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4615/1/CD-4244.pdf>
- [http://www: www.ahmsa.com](http://www.ahmsa.com)
- [http://www: Carlosaiz.blogspot.com](http://www.carlosaiz.blogspot.com)
- <http://www.suono.com.mx/images/Porta-fusibles-tres.jpg>
- <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4615/1/CD-4244.pdf>
- [http://www.alltronicsperu.com/catalog/images/fotek\\_termocupla\\_J\\_cabecal.jp](http://www.alltronicsperu.com/catalog/images/fotek_termocupla_J_cabecal.jpg)  
[ghhttp://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS\\_ES\\_PDF/ARGOS4035T-E.pdf](http://www.ditel.es/hojas/es/ARGOS_ES_PDF/ARGOS4035T-E.pdf)

# **ANEXOS**

# **ANEXOS A**

## **PARÁMETROS DEL PROCESO DE DESHIDRATACIÓN**

<b>ANEXO A1</b>	<b>TABLAS DE PROPIEDADES, FIGURAS Y DIAGRAMAS (UNIDADES SI)</b>	<b>1-9</b>
---------------------	---	------------

La tabla se utilizó para los datos tales como la temperatura de entrada y salida del aire, la temperatura en la que se calienta el agua, al principio y final. Calor específico del agua y el del aire.

**TABLE A-2**

Ideal-gas specific heats of various common gases

(a) At 300 K

Gas	Formula	Gas constant, $R$ kJ/kg·K	$c_p$ kJ/kg·K	$c_v$ kJ/kg·K	$k$
Air	—	0.2870	1.005	0.718	1.400
Argon	Ar	0.2081	0.5203	0.3122	1.667
Butane	C <sub>4</sub> H <sub>10</sub>	0.1433	1.7164	1.5734	1.091
Carbon dioxide	CO <sub>2</sub>	0.1889	0.846	0.657	1.289
Carbon monoxide	CO	0.2968	1.040	0.744	1.400
Ethane	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub>	0.2765	1.7662	1.4897	1.186
Ethylene	C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	0.2964	1.5482	1.2518	1.237
Helium	He	2.0769	5.1926	3.1156	1.667
Hydrogen	H <sub>2</sub>	4.1240	14.307	10.183	1.405
Methane	CH <sub>4</sub>	0.5182	2.2537	1.7354	1.299
Neon	Ne	0.4119	1.0299	0.6179	1.667
Nitrogen	N <sub>2</sub>	0.2968	1.039	0.743	1.400
Octane	C <sub>8</sub> H <sub>18</sub>	0.0729	1.7113	1.6385	1.044
Oxygen	O <sub>2</sub>	0.2598	0.918	0.658	1.395
Propane	C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	0.1885	1.6794	1.4909	1.126
Steam	H <sub>2</sub> O	0.4615	1.8723	1.4108	1.327

Note: The unit kJ/kg·K is equivalent to kJ/kg·°C.

Source: *Chemical and Process Thermodynamics 3/E* by Kyle, B. G., © 2000. Adapted by permission of Pearson Education, Inc., Upper Saddle River, NJ.

**Fuente:** YUNUS A. Cengel, Termodinámica, Tomo I, Cap.3

**Elaborado por:** Grupo de Investigación

<b>ANEXO A2</b>	<b>TABLAS DE TEMPERATURAS. AGUA SATURADA</b>	<b>2-9</b>
---------------------	--	------------

Los datos de la tabla de saturación del agua se utilizaron para interpolar el valor que se tiene de acuerdo a la temperatura promedio del agua que es de 34%

Saturated water—Temperature table

Temp., T °C	Sat. press., P <sub>sat</sub> kPa	Specific volume, m <sup>3</sup> /kg		Internal energy, kJ/kg			Enthalpy, kJ/kg			Entropy, kJ/kg·K		
		Sat. liquid, v <sub>f</sub>	Sat. vapor, v <sub>g</sub>	Sat. liquid, u <sub>f</sub>	Evap., u <sub>fg</sub>	Sat. vapor, u <sub>g</sub>	Sat. liquid, h <sub>f</sub>	Evap., h <sub>fg</sub>	Sat. vapor, h <sub>g</sub>	Sat. liquid, s <sub>f</sub>	Evap., s <sub>fg</sub>	Sat. vapor, s <sub>g</sub>
0.01	0.6117	0.001000	206.00	0.000	2374.9	2374.9	0.001	2500.9	2500.9	0.0000	9.1556	9.1556
5	0.8725	0.001000	147.03	21.019	2360.8	2381.8	21.020	2489.1	2510.1	0.0763	8.9487	9.0249
10	1.2281	0.001000	106.32	42.020	2346.6	2388.7	42.022	2477.2	2519.2	0.1511	8.7488	8.8999
15	1.7057	0.001001	77.885	62.980	2332.5	2395.5	62.982	2465.4	2528.3	0.2245	8.5559	8.7803
20	2.3392	0.001002	57.762	83.913	2318.4	2402.3	83.915	2453.5	2537.4	0.2965	8.3696	8.6661
25	3.1698	0.001003	43.340	104.83	2304.3	2409.1	104.83	2441.7	2546.5	0.3672	8.1895	8.5567
30	4.2469	0.001004	32.879	125.73	2290.2	2415.9	125.74	2429.8	2555.6	0.4368	8.0152	8.4520
35	5.6291	0.001006	25.205	146.63	2276.0	2422.7	146.64	2417.9	2564.6	0.5051	7.8466	8.3517
40	7.3851	0.001008	19.515	167.53	2261.9	2429.4	167.53	2406.0	2573.5	0.5724	7.6832	8.2556
45	9.5953	0.001010	15.251	188.43	2247.7	2436.1	188.44	2394.0	2582.4	0.6386	7.5247	8.1633
50	12.352	0.001012	12.026	209.33	2233.4	2442.7	209.34	2382.0	2591.3	0.7038	7.3710	8.0748
55	15.763	0.001015	9.5639	230.24	2219.1	2449.3	230.26	2369.8	2600.1	0.7680	7.2218	7.9898
60	19.947	0.001017	7.6670	251.16	2204.7	2455.9	251.18	2357.7	2608.8	0.8313	7.0769	7.9082
65	25.043	0.001020	6.1935	272.09	2190.3	2462.4	272.12	2345.4	2617.5	0.8937	6.9360	7.8296
70	31.202	0.001023	5.0396	293.04	2175.8	2468.9	293.07	2333.0	2626.1	0.9561	6.7989	7.7540
75	38.597	0.001026	4.1291	313.99	2161.3	2475.3	314.03	2320.6	2634.6	1.0158	6.6655	7.6812
80	47.416	0.001029	3.4053	334.97	2146.6	2481.6	335.02	2308.0	2643.0	1.0756	6.5355	7.6111
85	57.868	0.001032	2.8261	355.96	2131.9	2487.8	356.02	2295.3	2651.4	1.1346	6.4089	7.5435
90	70.183	0.001036	2.3593	376.97	2117.0	2494.0	377.04	2282.5	2659.6	1.1929	6.2853	7.4782
95	84.609	0.001040	1.9808	398.00	2102.0	2500.1	398.09	2269.6	2667.6	1.2504	6.1647	7.4151
100	101.42	0.001043	1.6720	419.06	2087.0	2506.0	419.17	2256.4	2675.6	1.3072	6.0470	7.3542
105	120.90	0.001047	1.4186	440.15	2071.8	2511.9	440.28	2243.1	2683.4	1.3634	5.9319	7.2952
110	143.38	0.001052	1.2094	461.27	2056.4	2517.7	461.42	2229.7	2691.1	1.4188	5.8193	7.2382
115	169.18	0.001056	1.0360	482.42	2040.9	2523.3	482.59	2216.0	2698.6	1.4737	5.7092	7.1829
120	198.67	0.001060	0.89133	503.60	2025.3	2528.9	503.81	2202.1	2706.0	1.5279	5.6013	7.1292
125	232.23	0.001065	0.77012	524.83	2009.5	2534.3	525.07	2188.1	2713.1	1.5816	5.4956	7.0771
130	270.28	0.001070	0.66808	546.10	1993.4	2539.5	546.38	2173.7	2720.1	1.6346	5.3919	7.0265
135	313.22	0.001075	0.58179	567.41	1977.3	2544.7	567.75	2159.1	2726.9	1.6872	5.2901	6.9773
140	361.53	0.001080	0.50850	588.77	1960.9	2549.6	589.16	2144.3	2733.5	1.7392	5.1901	6.9294
145	415.68	0.001085	0.44600	610.19	1944.2	2554.4	610.64	2129.2	2739.8	1.7908	5.0919	6.8827
150	476.16	0.001091	0.39248	631.66	1927.4	2559.1	632.18	2113.8	2745.9	1.8418	4.9953	6.8371
155	543.49	0.001096	0.34648	653.19	1910.3	2563.5	653.79	2098.0	2751.8	1.8924	4.9002	6.7927
160	618.23	0.001102	0.30680	674.79	1893.0	2567.8	675.47	2082.0	2757.5	1.9426	4.8066	6.7492
165	700.93	0.001108	0.27244	696.46	1875.4	2571.9	697.24	2065.6	2762.8	1.9923	4.7143	6.7067
170	792.18	0.001114	0.24260	718.20	1857.5	2575.7	719.08	2048.8	2767.9	2.0417	4.6233	6.6650
175	892.60	0.001121	0.21659	740.02	1839.4	2579.4	741.02	2031.7	2772.7	2.0906	4.5335	6.6242
180	1002.8	0.001127	0.19384	761.92	1820.9	2582.8	763.05	2014.2	2777.2	2.1392	4.4448	6.5841
185	1123.5	0.001134	0.17390	783.91	1802.1	2586.0	785.19	1996.2	2781.4	2.1875	4.3572	6.5447
190	1255.2	0.001141	0.15636	806.00	1783.0	2589.0	807.43	1977.9	2785.3	2.2355	4.2705	6.5059
195	1398.8	0.001149	0.14089	828.18	1763.6	2591.7	829.78	1959.0	2788.8	2.2831	4.1847	6.4678
200	1554.9	0.001157	0.12721	850.46	1743.7	2594.2	852.26	1939.8	2792.0	2.3305	4.0997	6.4302

**Fuente:** YUNUS A. Cengel, Termodinámica, Tomo I, Cap.3

**Elaborado por:** Grupo de Investigación

<b>ANEXO A3</b>	<b>VALORES DE LA DENSIDAD DEL AIRE AMBIENTE PARA ALTURAS VARIAS</b>	<b>3-9</b>
---------------------	---	------------

La forma correcta de elegir un ventilador para el deshidratador eléctrico se debe calcular el flujo volumétrico.

Después de haber calculado el valor del flujo máximo se debe calcular por medio de los parámetros que se toma en cuenta para el del flujo máximo. La densidad del aire se encuentra especificado por la tabla

**Tabla C-1. Valores de la Densidad del Aire Ambiente para Alturas Varias**

Altitud (metros)	Valores de la densidad del aire ambiente		
	Mínimo (kg/m <sup>3</sup> )	Promedio (kg/m <sup>3</sup> )	Máximo (kg/m <sup>3</sup> )
0	1,1405	1,2254	1,3167
305	1,1101	1,1886	1,2735
610	1,0812	1,1533	1,2302
914	1,0524	1,1197	1,2222
1000	1,0444	1,1101	1,1902
1219	1,0252	1,0861	1,1501
1524	0,9996	1,0556	1,1133
1829	0,9739	1,0236	1,0764
2000	0,9595	1,0076	1,0572
2134	0,9483	0,9931	1,0412
2438	0,9243	0,9643	1,0060
2743	0,8986	0,9355	0,9723
3000	0,8794	0,9115	0,9467
3048	0,8762	0,9082	0,9419

**Fuente:** YUNUS A. Cengel, Termodinámica, Tomo I, Cap.3

**Elaborado por:** Grupo de Investigación

<b>ANEXO A4</b>	<b>PROPIEDADES DE GAS IDEAL DEL AIRE</b>	<b>4-9</b>
---------------------	--	------------

Se procede a buscar los valores de la entalpia 1 y 2 que se encuentra en la tabla que nos indica el. Se escogió estas entalpias porque la diferencia de cada entalpia sobre la otra no puede sobre pasar más del 10%.

934  
PROPERTY TABLES AND CHARTS

**TABLE A-17**  
Ideal-gas properties of air

<i>T</i> K	<i>h</i> kJ/kg	<i>P<sub>r</sub></i>	<i>u</i> kJ/kg	<i>v<sub>r</sub></i>	<i>s<sup>o</sup></i> kJ/kg-K	<i>T</i> K	<i>h</i> kJ/kg	<i>P<sub>r</sub></i>	<i>u</i> kJ/kg	<i>v<sub>r</sub></i>	<i>s<sup>o</sup></i> kJ/kg-K
200	199.97	0.3363	142.56	1707.0	1.29559	580	586.04	14.38	419.55	115.7	2.37348
210	209.97	0.3987	149.69	1512.0	1.34444	590	596.52	15.31	427.15	110.6	2.39140
220	219.97	0.4690	156.82	1346.0	1.39105	600	607.02	16.28	434.78	105.8	2.40902
230	230.02	0.5477	164.00	1205.0	1.43557	610	617.53	17.30	442.42	101.2	2.42644
240	240.02	0.6355	171.13	1084.0	1.47824	620	628.07	18.36	450.09	96.92	2.44356
250	250.05	0.7329	178.28	979.0	1.51917	630	638.63	19.84	457.78	92.84	2.46048
260	260.09	0.8405	185.45	887.8	1.55848	640	649.22	20.64	465.50	88.99	2.47716
270	270.11	0.9590	192.60	808.0	1.59634	650	659.84	21.86	473.25	85.34	2.49364
280	280.13	1.0889	199.75	738.0	1.63279	660	670.47	23.13	481.01	81.89	2.50985
285	285.14	1.1584	203.33	706.1	1.65055	670	681.14	24.46	488.81	78.61	2.52589
290	290.16	1.2311	206.91	676.1	1.66802	680	691.82	25.85	496.62	75.50	2.54175
295	295.17	1.3068	210.49	647.9	1.68515	690	702.52	27.29	504.45	72.56	2.55731
298	298.18	1.3543	212.64	631.9	1.69528	700	713.27	28.80	512.33	69.76	2.57277
300	300.19	1.3860	214.07	621.2	1.70203	710	724.04	30.38	520.23	67.07	2.58810
305	305.22	1.4686	217.67	596.0	1.71865	720	734.82	32.02	528.14	64.53	2.60319
310	310.24	1.5546	221.25	572.3	1.73498	730	745.62	33.72	536.07	62.13	2.61803
315	315.27	1.6442	224.85	549.8	1.75106	740	756.44	35.50	544.02	59.82	2.63280
320	320.29	1.7375	228.42	528.6	1.76690	750	767.29	37.35	551.99	57.63	2.64737
325	325.31	1.8345	232.02	508.4	1.78249	760	778.18	39.27	560.01	55.54	2.66176
330	330.34	1.9352	235.61	489.4	1.79783	780	800.03	43.35	576.12	51.64	2.69013
340	340.42	2.149	242.82	454.1	1.82790	800	821.95	47.75	592.30	48.08	2.71787
350	350.49	2.379	250.02	422.2	1.85708	820	843.98	52.59	608.59	44.84	2.74504
360	360.58	2.626	257.24	393.4	1.88543	840	866.08	57.60	624.95	41.85	2.77170
370	370.67	2.892	264.46	367.2	1.91313	860	888.27	63.09	641.40	39.12	2.79783
380	380.77	3.176	271.69	343.4	1.94001	880	910.56	68.98	657.95	36.61	2.82344
390	390.88	3.481	278.93	321.5	1.96633	900	932.93	75.29	674.58	34.31	2.84856
400	400.98	3.806	286.16	301.6	1.99194	920	955.38	82.05	691.28	32.18	2.87324
410	411.12	4.153	293.43	283.3	2.01699	940	977.92	89.28	708.08	30.22	2.89748
420	421.26	4.522	300.69	266.6	2.04142	960	1000.55	97.00	725.02	28.40	2.92128
430	431.43	4.915	307.99	251.1	2.06533	980	1023.25	105.2	741.98	26.73	2.94468
440	441.61	5.332	315.30	236.8	2.08870	1000	1046.04	114.0	758.94	25.17	2.96770
450	451.80	5.775	322.62	223.6	2.11161	1020	1068.89	123.4	776.10	23.72	2.99034
460	462.02	6.245	329.97	211.4	2.13407	1040	1091.85	133.3	793.36	23.29	3.01260
470	472.24	6.742	337.32	200.1	2.15604	1060	1114.86	143.9	810.62	21.14	3.03449
480	482.49	7.268	344.70	189.5	2.17760	1080	1137.89	155.2	827.88	19.98	3.05608
490	492.74	7.824	352.08	179.7	2.19876	1100	1161.07	167.1	845.33	18.896	3.07732
500	503.02	8.411	359.49	170.6	2.21952	1120	1184.28	179.7	862.79	17.886	3.09825
510	513.32	9.031	366.92	162.1	2.23993	1140	1207.57	193.1	880.35	16.946	3.11883
520	523.63	9.684	374.36	154.1	2.25997	1160	1230.92	207.2	897.91	16.064	3.13916
530	533.98	10.37	381.84	146.7	2.27967	1180	1254.34	222.2	915.57	15.241	3.15916
540	544.35	11.10	389.34	139.7	2.29906	1200	1277.79	238.0	933.33	14.470	3.17888
550	555.74	11.86	396.86	133.1	2.31809	1220	1301.31	254.7	951.09	13.747	3.19834
560	565.17	12.66	404.42	127.0	2.33685	1240	1324.93	272.3	968.95	13.069	3.21751
570	575.59	13.50	411.97	121.2	2.35531						

Fuente: YUNUS A. Cengel, Termodinámica, Tomo I, Cap.3

Elaborado por: Grupo de Investigación

<b>ANEXO A5</b>	<b>CONDUCTIVIDAD TÉRMICA FIBRA DE VIDRIO</b>	<b>5-9</b>
---------------------	--	------------

Iniciamos calculando la energía calorífica de la fibra de vidrio, buscamos el dato de la conductividad térmica. Se detalla los datos de las temperaturas en la Tabla

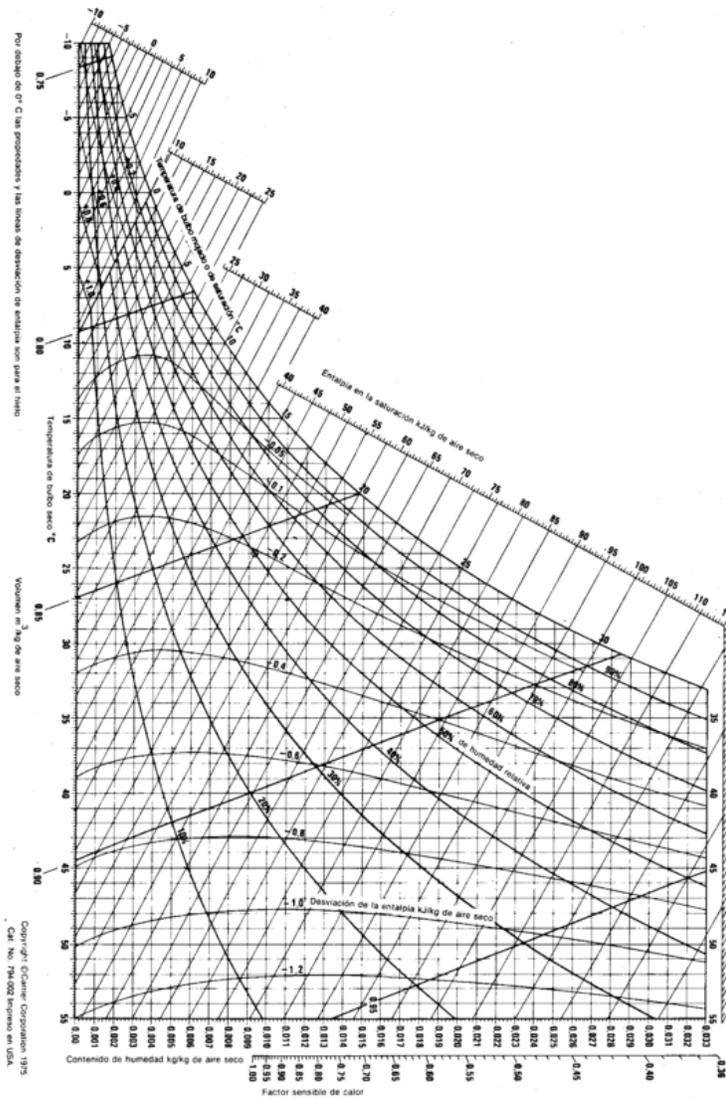
Sustancia	k (W/mK)
Aluminio	205.0
Latón	109.0
Cobre	385.0
Plomo	34.7
Mercurio	8.3
Plata	406.0
Acero	50.2
Ladrillo aislante	0.15
Ladrillo rojo	0.6
Hormigón	0.8
Corcho	0.04
Fieltro	0.04
Fibra de vidrio	0.04
Vidrio	0.8
Hielo	1.6
Lana mineral	0.04
Espuma de poliestireno	0.01
Madera	0.12 - 0.04
Aire	0.024
Argón	0.016
Helio	0.14
Hidrógeno	0.14
Oxígeno	0.023

**Fuente:** <http://didactica.fisica.uson.mx/tablas/conductermica.htm>

**Elaborado por:** Grupo de Investigación

ANEXO A6	PROPIEDADES GENERALES DEL VIDRIO	6-9										
<p>La conductividad térmica del vidrio templado <b>K= 1,05W/mK</b>. Se detalla los datos de las temperaturas.</p> <p><b>DENSIDAD</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2500 Kg/m<sup>3</sup> , es la densidad del vidrio, lo cual le otorga al vidrio plano un peso de 2,5 Kg/m<sup>2</sup> por cada milimetro de espesor.</li> </ul> <p><b>PUNTO DE ABLANDAMIENTO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 730° C, aproximadamente</li> </ul> <p><b>CONDUCTIVIDAD TERMICA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 1.05 W/mK</li> </ul> <p><b>COEFICIENTE DE DILATACION LINEAL</b></p> <p>Es el alargamiento experimentado por la unidad de longitud al variar 1°C su temperatura. Para el vidrio entre 20 y 220°C de temperatura, dicho coeficiente es:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• <math>9 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}</math>. Por ejemplo un vidrio de 2000 mm de longitud que incremente su temperatura en 30°C, sufrirá un alargamiento de 2000 (<math>\times 10^{-6}</math>) 30 = 0.54 mm</li> </ul> <p>Coeficientes de dilatación de otros materiales</p> <table border="0"> <tr> <td>Aluminio.....</td> <td>23 x 10-6 / °C</td> </tr> <tr> <td>Acero.....</td> <td>11 x 10-6 / °C</td> </tr> <tr> <td>Cobre.....</td> <td>16 x 10-6 / °C</td> </tr> <tr> <td>Madera.....</td> <td>5-8 x 10-6 / °C</td> </tr> <tr> <td>Policarbonato.....</td> <td>68 x 10-6 / °C</td> </tr> </table> <p><b>DUREZA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 6 a 7 en la escala de Mohs.</li> </ul> <p>El vidrio templado tiene la misma dureza superficial que el vidrio recocido o crudo.</p>			Aluminio.....	23 x 10-6 / °C	Acero.....	11 x 10-6 / °C	Cobre.....	16 x 10-6 / °C	Madera.....	5-8 x 10-6 / °C	Policarbonato.....	68 x 10-6 / °C
Aluminio.....	23 x 10-6 / °C											
Acero.....	11 x 10-6 / °C											
Cobre.....	16 x 10-6 / °C											
Madera.....	5-8 x 10-6 / °C											
Policarbonato.....	68 x 10-6 / °C											
<p><b>Fuente:</b> <a href="http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/102/comentarios/tablasC102.pdf">http://www.inti.gob.ar/cirsoc/pdf/102/comentarios/tablasC102.pdf</a></p> <p><b>Elaborado por:</b> Grupo de Investigación</p>												

Carta Psicométrica es utilizada para saber el dato del aire de salida si se tiene que es 60% y la cantidad de agua desalojada de 0.13 tendríamos que encontrar la velocidad inicial y final en la carta. **Wo: 0,011 Kg agua/Kg aire seco y Wf: 0,030 Kg agua/Kg aire seco**



Fuente: <http://i43.tinypic.com/2utj901.gif>

<b>ANEXO A8</b>		<b>Análisis proximal de temperatura y humedad final del proceso de deshidratación</b>			<b>8-9</b>
<b>Grano</b>	<b>Uso final</b>	<b>Tempe. Max. (°C) para la deshidratación</b>	<b>Humedad final del Deshidratación (%)</b>	<b>% de Extracción de agua por hora</b>	<b>Fuente</b>
<b>Maíz</b>	Molienda seca y Semilla.	38 a 43	(4-8)	5	CARVALHO (2009)
	Molienda húmeda	55 a 60			
	Consumo animal.	71 a 82			
<b>Trigo</b>	Semilla.	44	(4-8)	4	FILHIO. (2005)
	Molienda de harina.	49 a 66			
<b>Cebada</b>	Nacional variedad cañicapa	45 a 60	(4-8)	14.37	GROFF. (2002)
<b>Avena</b>	Molienda seca	30a 35	(4-8)	7	LASCANO. (2012)
<b>Arroz</b>	Molienda.	40	(4-8)	1	MARTINEZ. (1999)
<b>Centeno</b>	Molienda seca	31 a 35	(4-8)	10	INIAP
<b>Quinua</b>	Variedad Nacional	42	(4-8)	13.37	GROFF. (2002)
<b>Cucúrbita moshata</b>	Molienda seca y Semilla	40 a 50	(4-8)	19	LASCANO. (2012)

<b>ANEXO A9</b>		<b>Análisis proximal de temperatura y humedad final del proceso de secado</b>			<b>9-9</b>
<b>Grano</b>	<b>Uso final</b>	<b>% de Extracción de agua por hora</b>	<b>Tempe. Max. (°C) para el secado</b>	<b>Humedad final del Secado (%)</b>	<b>Fuente</b>
<b>Maíz</b>	Molienda seca y Semilla. Molienda húmeda Consumo animal.	5	43	(13-14)	PRECOP. (2006)
<b>Trigo</b>	Semilla. Molienda de harina.	4	43	(13-14)	PRECOP. (2006)
<b>Cebada</b>	Nacional variedad cañicapa	14.37	38	(13-14)	LASCANO (2012)
<b>Avena</b>	Molienda seca	7	38	(13-14)	LASCANO (2012)
<b>Arroz</b>	Molienda.	1	43	(13-14)	PRECOP. (2006)
<b>Centeno</b>	Molienda seca	10	38	(13-14)	LASCANO (2012)
<b>Quinua</b>	Variedad Nacional	13.37	38	(13-14)	LASCANO (2012)
<b>Cucúrbita moshata</b>	Molienda seca y Semilla	19	43	(13-14)	LASCANO (2012)

# **ANEXOS B**

## **ENCUESTAS REALIZADAS**

## **ANEXO B**

### **GUÍAS DE ENCUESTAS PARA LA INVESTIGACIÓN DE CAMPO**

#### **GRUPO DE INVESTIGACIÓN**

### **UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI**

#### **UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS**

#### **INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA**

**TEMA:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.”

**OBJETIVO:** Compilar investigación que permita conocer parámetros necesarios para el diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas de deshidratación y secado de semillas.

**DIRIGIDO:** A docentes

**INSTRUCCIONES:** Al llenar el cuestionario se solicita contestar las preguntas con sensatez, ya que de sus respuestas depende el buen proceso de la investigación.

Marque con una X la opción que usted ha optado como la más apropiada.

## CUESTIONARIO

1. ¿Existe maquinaria adecuada que permita a los estudiantes desarrollar destrezas en cuanto al proceso de deshidratación de semillas de cereales?

Sí  No

2. ¿La implementación de un deshidratador eléctrico automatizado para el secado de semillas de cereales permitirá aumentar la producción de harinas en la Universidad Técnica de Cotopaxi “CEYPSA”?

Sí  No

3. ¿Considera usted que al poseer un deshidratador eléctrico automatizado para el secado semillas de cereales se agilice el modo de ejecución de las prácticas que realizan los estudiantes?

Sí  No

4. ¿Según su opinión, al experimentar con diferentes temperaturas y tiempos de deshidratación de las distintas semillas, el estudiante puede realizar un análisis del procedimiento más adecuado para un deshidratado más eficiente?

Sí  No

5. ¿Estaría de acuerdo que la maquina tenga un sistema de recirculación del aire caliente y las bandejas contengan orificios para un secado uniforme?

Sí  No

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

## UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA Y APLICADAS

### INGENIERÍA ELECTROMECAÁNICA

**TEMA:** “DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN DE UN DESHIDRATADOR ELÉCTRICO AUTOMATIZADO PARA EL SECADO DE LA SEMILLA DE CEREALES PARA EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE HARINAS EN AGROINDUSTRIAS.”

**OBJETIVO:** Compilar investigación que permita conocer parámetros necesarios para el diseño y construcción de un deshidratador eléctrico automatizado, donde los estudiantes desarrollaran sus prácticas de deshidratación y secado de semillas.

**DIRIGIDO:** A estudiantes

**INSTRUCCIONES:** Al llenar el cuestionario se solicita contestar las preguntas con sensatez, ya que de sus respuestas depende el buen proceso de la investigación.

Marque con una X la opción que usted ha optado como la más apropiada

### CUESTIONARIO

1. ¿Le gustaría que se implemente un laboratorio dentro de la Universidad Técnica de Cotopaxi, donde los estudiantes puedan realizar prácticas de secado de semillas?

Sí

No

2. ¿La ejecución del secado de semillas le resultaría más eficiente en una superficie donde se encuentren desparramadas las semillas al sol o por medio de una máquina que le ofrece variables de control?

Sí  No

3. Es necesario la implementación de un deshidratador eléctrico para pruebas para el secado de cereales?

Sí  No

4. ¿Entre las máquinas que se requiere para el proceso de secado le gustaría contar con un sistema eléctrico automatizado que permita controlar de las variables de tiempo, temperatura y humedad, para una correcta experimentación?

Sí  No

5. ¿Estaría de acuerdo que la máquina tenga un sistema de recirculación del aire caliente y las bandejas contengan orificios para un secado uniforme?

Sí  No

6. ¿Piensa usted que con la máquina que deshidrata y seca las semillas, se podría incrementar la producción de harinas eficientemente?

Sí  No

7. ¿Según su criterio es necesario que el deshidratador eléctrico automatizado incluya un tablero de control que contenga un sistema de alerta y paro total automático en caso de daños?

Sí  No

8. ¿Cree usted que el deshidratador eléctrico automatizado cumpla con la norma internacional NSF/ANSI 51 la cual menciona utilizar acero inoxidable de grado alimenticio?

Sí  No

9. ¿Considera necesario que la maquina deberá poseer un PLC para la automatización?

Sí  No

10. ¿Considera necesario que la máquina deberá poseer un manual de funcionamiento y mantenimiento?

Sí  No

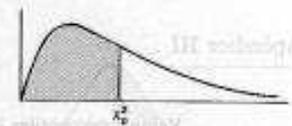
<b>ANEXO B1</b>	<b>VALORES PERCENTILES CORRESPONDIENTES A LA DISTRIBUCIÓN JI CUADRADA CON V GRADOS DE LIBERTAD</b>	<b>2-2</b>
---------------------	--	------------

Para la verificación de la hipótesis se procederá a determinar el  $\chi^2$  de la tabla el cual se obtiene por grado de libertad y el nivel de confianza igual a 00.5 Ji-cuadrado de la tabla para un 1 grado de libertad y 00.5 nivel de significancia

538 ESTADÍSTICA

**Apéndice IV**

**Valores percentiles ( $\chi^2_p$ ) para la distribución ji-cuadrado con  $\nu$  grados de libertad (área en sombra =  $p$ )**



$\nu$	$\chi^2_{.995}$	$\chi^2_{.99}$	$\chi^2_{.975}$	$\chi^2_{.95}$	$\chi^2_{.9}$	$\chi^2_{.8}$	$\chi^2_{.7}$	$\chi^2_{.6}$	$\chi^2_{.5}$	$\chi^2_{.4}$	$\chi^2_{.3}$	$\chi^2_{.25}$	$\chi^2_{.2}$	$\chi^2_{.15}$	$\chi^2_{.1}$
1	7.88	6.63	5.02	<b>3.84</b>	2.71	1.32	.455	.102	.0158	.0019	.0010	.0002	.0000		
2	10.6	9.21	7.38	5.99	4.61	2.77	1.39	.575	.211	.103	.0506	.0201	.0100		
3	12.8	11.3	9.35	7.81	6.25	4.11	2.37	1.21	.584	.352	.216	.115	.072		
4	14.9	13.3	11.1	9.49	7.38	5.39	3.36	1.92	1.06	.711	.484	.297	.207		
5	16.7	15.1	12.8	11.1	9.24	6.63	4.35	2.67	1.61	1.15	.831	.584	.412		
6	18.5	16.8	14.4	12.6	10.6	7.84	5.15	3.45	2.20	1.64	1.24	.872	.676		
7	20.3	18.5	16.0	14.1	12.0	9.04	6.35	4.25	2.83	2.17	1.69	1.24	.989		
8	22.0	20.1	17.5	15.5	13.4	10.2	7.34	5.07	3.49	2.75	2.18	1.65	1.34		
9	23.6	21.7	19.0	16.9	14.7	11.4	8.34	5.90	4.17	3.33	2.70	2.09	1.73		
10	25.2	23.2	20.5	18.3	16.0	12.5	9.34	6.74	4.87	3.94	3.25	2.56	2.16		
11	26.8	24.7	21.9	19.7	17.3	13.7	10.3	7.58	5.58	4.57	3.82	3.05	2.60		
12	28.3	26.2	23.3	21.0	18.5	14.8	11.3	8.44	6.30	5.23	4.40	3.57	3.07		
13	29.8	27.7	24.7	22.4	19.8	16.0	12.3	9.30	7.04	5.89	5.01	4.11	3.57		
14	31.3	29.1	26.1	23.7	21.1	17.1	13.3	10.2	7.79	6.57	5.63	4.66	4.07		
15	32.8	30.6	27.5	25.0	22.3	18.2	14.3	11.0	8.55	7.26	6.26	5.23	4.60		
16	34.3	32.0	28.8	26.3	23.5	19.4	15.3	11.9	9.31	7.96	6.91	5.81	5.14		
17	35.7	33.4	30.2	27.6	24.8	20.5	16.3	12.8	10.1	8.67	7.56	6.41	5.70		
18	37.2	34.8	31.5	28.9	26.0	21.6	17.3	13.7	10.9	9.39	8.23	7.01	6.26		
19	38.6	36.2	32.9	30.1	27.2	22.7	18.3	14.6	11.7	10.1	8.91	7.63	6.84		
20	40.0	37.6	34.2	31.4	28.4	23.8	19.3	15.5	12.4	10.9	9.59	8.26	7.43		
21	41.4	38.9	35.5	32.7	29.6	24.9	20.3	16.3	13.2	11.6	10.3	8.90	8.05		
22	42.8	40.3	36.8	33.9	30.8	26.0	21.3	17.2	14.0	12.3	11.0	9.54	8.64		
23	44.2	41.6	38.1	35.2	32.0	27.1	22.3	18.1	14.8	13.1	11.7	10.2	9.26		
24	45.6	43.0	39.4	36.4	33.2	28.2	23.3	19.0	15.7	13.8	12.4	10.9	9.89		
25	46.9	44.3	40.6	37.7	34.4	29.3	24.3	19.9	16.5	14.6	13.1	11.5	10.5		
26	48.3	45.6	41.9	38.9	35.6	30.4	25.3	20.8	17.3	15.4	13.8	12.2	11.2		
27	49.6	47.0	43.2	40.1	36.7	31.5	26.3	21.7	18.1	16.2	14.6	12.9	11.8		
28	51.0	48.3	44.5	41.3	37.9	32.6	27.3	22.7	18.9	16.9	15.3	13.6	12.5		
29	52.3	49.6	45.7	42.6	39.1	33.7	28.3	23.6	19.8	17.7	16.0	14.3	13.1		
30	53.7	50.9	47.0	43.8	40.3	34.8	29.3	24.5	20.6	18.5	16.8	15.0	13.8		
40	66.8	63.7	59.3	55.8	51.8	45.6	39.3	33.7	29.1	26.5	24.4	22.2	20.7		
50	79.5	76.2	71.4	67.5	63.2	56.3	49.3	42.9	37.7	34.8	32.4	29.7	28.0		
60	92.0	88.4	83.3	79.1	74.4	67.0	59.3	52.3	46.5	43.2	40.5	37.5	35.5		
70	104.2	100.4	95.0	90.5	85.5	77.6	69.3	61.7	55.5	51.7	48.8	45.4	43.3		
80	116.3	112.3	106.6	101.9	96.6	88.1	79.3	71.1	64.3	60.4	57.2	53.5	51.2		
90	128.3	124.1	118.1	113.1	107.6	98.6	89.3	80.6	73.3	69.1	65.6	61.8	59.2		
100	140.2	135.8	129.6	124.3	119.5	109.1	99.3	90.1	82.4	77.9	74.2	70.3	67.3		

Fuente: Catherine M. Thompson, *Table of percentage points of the  $\chi^2$  distribution*, Biometrika, Vol. 32 (1944), con autorización del autor y del editor.

**Fuente: SPIEGEL Murray R., Estadística**

# **ANEXOS C**

## **MATERIALES MECÁNICOS**

<b>ANEXO C1</b>	<b>Propiedades de los aceros inoxidables 316L</b>	<b>1-5</b>
---------------------	---	------------

Se utilizó el acero inoxidable 316 L para el recubrimiento del deshidratador, el recubrimiento derecho e izquierdo del distribuidor del aire. Tiene ventajas sobre los aceros inoxidables, en cuanto a su mejor soldabilidad, por lo que las zonas afectadas por el calor tienen mejor resistencia a la corrosión, ya que es utilizado para alimentos.

#### DESCRIPCIÓN

El acero inoxidable tipo 430 es la aleación más comúnmente usada de los aceros inoxidables ferríticos, el cual presenta una buena resistencia a la corrosión en medios ambientes medianamente agresivos y es resistente a la oxidación hasta 1500 °F (816 °C).

El grado 430 es dúctil en condiciones de recocido, no se endurece excesivamente durante el trabajo en frío y puede ser formado usando los procesos más comunes de embutido y doblado.

La aleación es magnética en todas las condiciones y no es susceptible a corrosión por fractura por esfuerzos de tensión.

El grado 430 tiene limitada soldabilidad y no debería ser usado en servicio riguroso.

#### Ventajas del grado 430:

El grado 430 combina resistencia a la corrosión y economía. Tiene las siguientes ventajas sobre los aceros austeníticos cromo-níquel:

- Resistencia a la corrosión por fractura bajo tensión en soluciones con cloruros.
- Bajo costo de la aleación.
- Alto límite elástico o esfuerzo de cedencia.
- Menor endurecimiento por trabajado.
- Magnetismo

#### COMPOSICIÓN QUÍMICA (% en peso)

	AISI 430 UNS S43000 ASTM A240	Típico 430 ThyssenKrupp Maxinox
Carbono	0,12 max.	0,042
Manganeso	1,0 max.	0,32
Fósforo	0,040 max.	0,020
Azufre	0,030 max.	0,001
Silicio	1,00 max.	0,28
Cromo	16,0 - 18,0	16,14
Níquel	0,75 max.	0,21
Molibdeno	---	0,02
Cobre	---	0,22
Nitrógeno	---	0,038
Hierro	Balanza	Balanza

#### PROPIEDADES MECANICAS (Condiciones de Recocido)

	AISI 430 UNS S43000 ASTM A240	Típico 430 ThyssenKrupp Maxinox
Resistencia Máxima a la Tensión, ksi (MPa)	65 (450) mín	75 (515)
Límite Elástico o Esfuerzo de Cedencia al 0.2%, ksi (MPa)	30 (205) mín	51 (350)
Alargamiento, % a 2" (50.8 mm)	22" mín	27
Dureza, Rockwell	B89 max	B78
Dobleces en frío, 180°	Requerido	Buena

\* Material con 0,050 in (1,27 mm) y menor en espesor, el alargamiento mínimo será de 20 %.

In the U.S. and Canada: ThyssenKrupp Stainless North America  
Medinox USA - ThyssenKrupp Metals North America - ThyssenKrupp AST USA  
2275 Half Day Road, Suite 300 - Bannockburn, IL 60015 USA  
1-800-338-0380  
www.medinox.com

In Mexico: ThyssenKrupp Medinox  
Av. Industrial No. 4100, Zona Industrial 1ª Sección  
San Luis Potosí, S.L.P., México 78595  
52-444-838-31-00  
www.medinox.com

**Fuente:** [http://www.mexinox.com/documents/430\\_Ficha\\_Tecnica.pdf](http://www.mexinox.com/documents/430_Ficha_Tecnica.pdf)

<b>ANEXO C2</b>	<b>Propiedades de los aceros inoxidables 304</b>	<b>2-5</b>
---------------------	--	------------

Se utilizó el acero inoxidable 304 para la fabricación de la caja interna del deshidratador. Tiene ventajas sobre los aceros inoxidables, en cuanto a su mejor soldabilidad, por lo que las zonas afectadas por el calor tiene mejor resistencia a la corrosión, ya que es utilizado para alimentos.

	<b>ACERO INOXIDABLE 304 (18-8) PULGADAS</b>	<b>NORMA ANSI B18.2.1</b>				
<p>18-8 es un término genérico usado internacionalmente para designar a un grupo de aleaciones muy similares de acero inoxidable austenítico de la serie 300 que contienen alrededor de 18% de Cromo y 8% de Níquel, siendo la aleación más conocida de este grupo la 304.</p> <p>Dentro de las principales características del acero inoxidable 18-8 encontramos que es de las aleaciones que resisten mejor a la corrosión, que tiene una baja conductividad térmica, que presenta una buena resistencia a las altas temperaturas y que no obtiene dureza por medio de tratamiento térmico.</p>						
<b>MAGNETISMO:</b>						
<p>El acero inoxidable 18-8 (304) es no magnético como materia prima, sin embargo, como lo explica la Norma SAE 30304: "puede ser ligeramente magnético al ser forjado en frío". Este aumento en el magnetismo está relacionado con el incremento en la dureza y en la resistencia a la tensión causados por el calor y la fricción del estampado en frío y no reduce la resistencia a la corrosión ni causa cambios moleculares en la aleación acero inoxidable.</p>						
<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL ACERO INOXIDABLE 304:</b>						
Carbono max 0.08%	Manganeso max 2%	Silicio max 1%	Fósforo max 0.045%	Azufre max 0.03%	Cromo 18-20%	Níquel 8-10%
<b>PROPIEDADES FÍSICAS DEL ACERO INOXIDABLE 304:</b>						
Tracción: 85,000 - 150,000 PSI Tensión de fluencia mínima: 40,000 PSI Dureza mínima: HRB 85						

**IMPORTACIONES TOLEDO, S.A. DE C.V.**  
 Av. Toluqueña No.235, Col. Ind. San Antonio,  
 México D.F. CP. 02760.  
 E-mail: Importaciones@toledo.com.mx

**01800-051-08-08.**  
 TEL: (55) 53-52-82-50, 55-81-19-11  
 FAX: (55) 53-52-82-08.  
[www.toledo.com.mx](http://www.toledo.com.mx)

**Fuente:** <http://www.toledo.com.mx/Fichas/Ficha%20Inox%20304%20%2818-8%29.pdf>

<b>ANEXO C3</b>	<b>Propiedades de los tubo cuadrado</b>	<b>3-5</b>
---------------------	---	------------

Se diseñó y construyó una estructura metálica de perfiles cuadrados de acuerdo a las especificaciones necesarias para el montaje de los elementos que conforman el deshidratador.

En la distribución del aire caliente hacia el interior del deshidratador eléctrico automatizado, se utilizara un conducto denominado tubería de acero con un diámetro de 1”

## CARACTERÍSTICAS MECÁNICAS

*Tensile Properties*

DENOMINACIÓN DEL TUBO Tube Designation	RESISTENCIA A LA TRACCIÓN RESMA II (MPa) Tensile Strength Minimum	LÍMITE DE FLUENCIA MÍNIMO Y <sub>F</sub> (MPa) Yield Strength		ALARGAMIENTO DE ROTURA MÍNIMO LO o GI min Elongation in 50 mm (%)	
		SECCIÓN CIRCULAR Circular Section	SECCIÓN CUADRADO Y RECTANGULAR Square and rectangular section	SECCIÓN CIRCULAR Circular section	SECCIÓN CUADRADO Y RECTANGULAR Square and rectangular section
TE - 20	310	228	268	15	13
TE - 22	363	278	325	12	10
TE - 30	490	394	369	10	8
TE - 36	510	353	364	9	7



**Fuente:** <http://tubosarg.com.ar/descargas/catalogo-tubosestructurales.pdf>

Para permitir el paso del aire por la tubería de recolector de aire se colocaron codos de 90 grados en Tee y Universales para la unión de los tubos.

**Cruces**



Tabla de Cruces Serie 2000 – Roscado

Tamaño		A	B
pulg.	mm	mm	mm
1/8	3.20	21.00	22.00
1/4	6.40	21.00	22.00
3/8	9.50	25.00	25.00
1/2	12.70	29.00	33.00

**Codos 45°**



Tabla de Codos 45° Serie 2000 – Roscado

Tamaño		A	B
pulg.	mm	mm	mm
1/8	3.20	17.00	22.00
1/4	6.40	17.00	22.00
3/8	9.50	19.00	25.00
1/2	12.70	22.00	33.00

**Fuente:** <http://img.arana-sa.com/es/accesorios-forjados/medidas-cruz.jpg>

<b>ANEXO C5</b>	<b>Características ventilador Blower</b>	<b>5-5</b>
---------------------	--	------------

Para que el aire caliente ingrese a la cámara interna de deshidratación se utilizó el ventilador blower eléctrico de 250w de 3" para que empuje el aire caliente a su interior.

### Electric Blower 3"



- FOB Price: **Get Latest Price**
- Port:
- Minimum Order Quantity: 0
- Supply Ability: 0 per
- Payment Terms:

#### Quick Details Type:

#### Details products description

#### Product Description

3" blower / electric blower/ aluminum blower  
 Casing: Cast aluminum  
 Motor: Copper wires  
 Color: Green hammered, silver grey  
 High efficiency, energy saving, low noise  
 Light, very convenient to use  
 Perfect appearance

MODEL	VOLTAGE (V)	CYCLES (HZ)	POWER (W)	CURRENT (AMPS)	ROTATION (RPM)	FLOW RATE (M3/H)
2"	220/110	50/60	150	1.0	3000/3600	192
2-1/2"	220/110	50/60	260	1.6	3000/3600	390
3"	220/110	50/60	370	2.0	3000/3600	510/2150
4"	220/110	50/60	550	3.0	3000/3600	2150

**Fuente:** [http://www.titan-cd.com/product\\_images/fansystem/TFDB9733M12C.jpg](http://www.titan-cd.com/product_images/fansystem/TFDB9733M12C.jpg)

# **ANEXOS D**

## **MATERIALES ELÉCTRICOS Y ELECTRÓNICOS**

<b>ANEXO D1</b>	<b>Características del PLC FP4035T-E</b>	<b>1-4</b>
---------------------	--	------------

En la tabla se puede observar las características que tiene el FP4035T-E y como es la aplicación.

<ul style="list-style-type: none"> <li>Power : + 24V DC ±15%, 4 W Max</li> <li>Bezel : IP66 rated Keypad and Touch Screen</li> <li>Operating Temperature : 0° to 50°C</li> <li>Storage Temperature : -20° to 80°C</li> <li>Humidity : 10% to 85% (Non condensing)</li> <li>Communication Ports : One serial port (RS232 / Rs422 /Rs485 levels supported)</li> <li>USB Device Port : As programming and monitoring port</li> <li>USB Host port : Supports USB Memory drive</li> <li>Ethernet Port : For connecting to a PLC, programming of FlexiPanels™, a third party device, Drive or remote monitoring (10 / 100 MBPS).</li> <li>Type of LCD : TFT</li> <li>LCD Life : 50000 hrs at 25°C</li> <li>Isolation : Isolation between communication ports, power and I/O (if applicable) is 500 V DC for 1 Min.</li> <li>Supported Colors : 32K for bitmaps</li> <li>Immunity to ESD : as per IEC61000-4-2</li> <li>Immunity to Fast Transients : as per IEC61000-4-4</li> <li>Immunity to Radiated electromagnetic field : as per IEC61000-4-3</li> <li>Immunity to Conducted disturbances : as per IEC61000-4-6</li> <li>Surge : as per IEC61000-4-5</li> <li>Radiated emission : as per EN55011</li> </ul>	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3" style="background-color: #1a237e; color: white;">Digital Inputs</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td colspan="3">Rated Input Voltage</td> </tr> <tr> <td>Rated Input Voltage</td> <td>For Normal Input 24 VDC (Max is 28 VDC)</td> <td>For High Speed 24 VDC (Max is 28 VDC)</td> </tr> <tr> <td>Impedance</td> <td>4.7 k</td> <td>2.3 k</td> </tr> </tbody> </table> <p>Logic '0' Voltage : 0 to 5 V    Logic '1' Voltage : 14 to 28 V</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">Rated Input Current at (24 VDC)</th> </tr> <tr> <td></td> <td>For Normal Input</td> <td>For High Speed</td> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Rated Input Current</td> <td>4.89 mA</td> <td>10 mA</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="background-color: #1a237e; color: white;">Digital Outputs (Open Collector)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Maximum Load current :</td> <td>500 mA NPN or PNP Short circuit protected</td> </tr> <tr> <td>Voltage drop at ON :</td> <td>0.4 V or less</td> </tr> <tr> <td colspan="2">Digital Outputs (Relay)</td> </tr> <tr> <td>Relay Rating :</td> <td>230 V AC, 2 Amp. (Max) 5 Amp per common</td> </tr> </tbody> </table>	Digital Inputs			Rated Input Voltage			Rated Input Voltage	For Normal Input 24 VDC (Max is 28 VDC)	For High Speed 24 VDC (Max is 28 VDC)	Impedance	4.7 k	2.3 k	Rated Input Current at (24 VDC)				For Normal Input	For High Speed	Rated Input Current	4.89 mA	10 mA	Digital Outputs (Open Collector)		Maximum Load current :	500 mA NPN or PNP Short circuit protected	Voltage drop at ON :	0.4 V or less	Digital Outputs (Relay)		Relay Rating :	230 V AC, 2 Amp. (Max) 5 Amp per common
Digital Inputs																																
Rated Input Voltage																																
Rated Input Voltage	For Normal Input 24 VDC (Max is 28 VDC)	For High Speed 24 VDC (Max is 28 VDC)																														
Impedance	4.7 k	2.3 k																														
Rated Input Current at (24 VDC)																																
	For Normal Input	For High Speed																														
Rated Input Current	4.89 mA	10 mA																														
Digital Outputs (Open Collector)																																
Maximum Load current :	500 mA NPN or PNP Short circuit protected																															
Voltage drop at ON :	0.4 V or less																															
Digital Outputs (Relay)																																
Relay Rating :	230 V AC, 2 Amp. (Max) 5 Amp per common																															

**Fuente:** <http://www.renuelectronics.com/pdfs/letter/FP4035.pdf>

<b>ANEXO D2</b>	<b>Características del PLC FP4035T-E</b>	<b>2-4</b>
---------------------	--	------------

En la tabla se puede observar las características que tiene el PLC FP4035T-E, donde se especifica las entradas y salidas.

Analog Inputs		Analog Outputs	
Resolution	12-bit	Resolution	12bit
Voltage Mode	Y	Voltage Mode	Y
Input Range	-10V to +10V	Output Range	0 to +10V
Value of LSB	For 0-10V : 2.44mV For +/- 10V : 4.88mV	Value of LSB	2.44mV/step
Input Impedance	200K $\Omega$	Output Load minimum	1000 $\Omega$
Accuracy at 25°C	0.1% of full scale	Accuracy at 25°C	0.05% of full scale
Overall accuracy (-25°C to 55°C) % Full Scale	0.3% of full scale	Overall accuracy (-25°C to 55°C) % Full Scale	$\pm 10$ ppm/°C
Frequency Limit (-3db)	3.5KHz	Current Mode	
Behavior upon sensor failure	Input goes to 0, as if no input is connected	Output Range	4mA to 20mA
Current Mode	Y	Value of LSB	3.9 $\mu$ A
Input Range	4mA - 20mA, 0mA - 20mA	Output Load maximum	500 $\Omega$
Value of LSB	3.906 $\mu$ A	Accuracy at 25°C	0.13% of full scale
Input Impedance	120 $\Omega$	Overall accuracy (-25°C to 55°C) % Full Scale	$\pm 10$ ppm/°C
Accuracy at 25°C	0.2% of full scale	Current Mode	
Overall accuracy (-25°C to 55°C) Full scale	0.8% of full scale	Output Range	0mA to 20mA
Frequency Limit (-3db)	15KHz	Value of LSB	4.8 $\mu$ A
Behavior upon sensor failure	Input goes to 0, as if no input is connected	Output Load	500 $\Omega$
Maximum permissible voltage (surge voltage)		Accuracy at 25°C	0.13% of full scale
between analog inputs	500V	Overall accuracy (-25°C to 55°C) % Full Scale	$\pm 10$ ppm/°C
between analog inputs and reference	1000V		
Reverse Connection Protection	No		

**Fuente:** <http://www.renuelectronics.com/pdfs/letter/FP4035.pdf>

<b>ANEXO D3</b>	<b>Características del FPEA0800LC</b>	<b>3-4</b>
---------------------	---------------------------------------	------------

En la tabla se puede observar las características que tiene el FPEA0800LC y como es la aplicación del módulo.

**FPEA0800LC**

Analog Inputs	
Number of inputs	8
Resolution	12 Bit
Current Mode:	
Input Range:	4 - 20mA and 0 - 20mA
Value of LSB:	3.906uA
Input Impedance	120 $\Omega$
Accuracy	At 25°C: 0.1% of full scale.
	Overall accuracy (-25°C to 55°C) : 1% of full scale Max.
Behavior upon sensor failure	Input goes to 0, as if no input is connected

**Fuente:** <http://www.renuelectronics.com/pdfs/letter/FP4035.pdf>

<b>ANEXO D4</b>	<b>Características de los conductores</b>	<b>4-4</b>
---------------------	---	------------

Para la conducción de diferentes tipos de corrientes se a tomar de referencia la siguiente tabla donde se especifica los conductores que se debe usar en la maquina

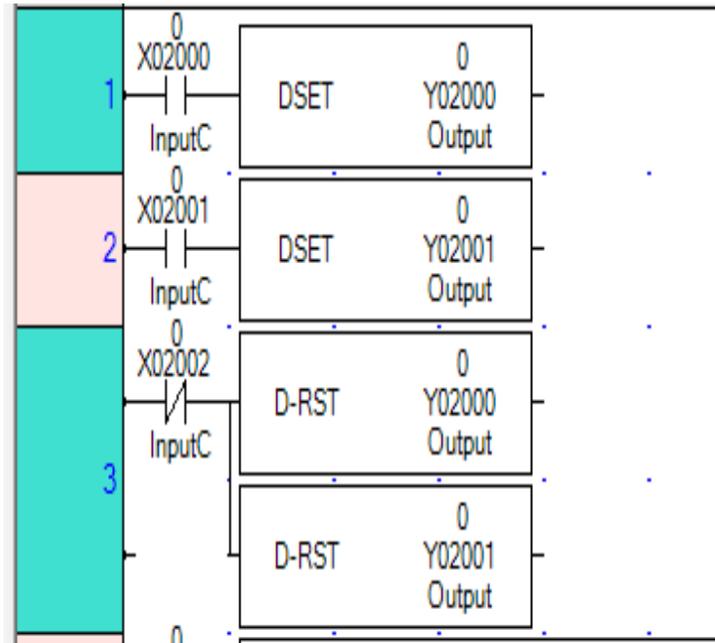
Calibre AWG - MCM	Sección Real (mm <sup>2</sup> )	Intensidad Admisible (Amperios)
14	2.081	30
12	3.309	40
10	5.261	55
8	8.366	70
6	13.300	100
4	21.150	130
3	26.670	150
2	33.630	175
1	42.410	205
1/0	53.480	235
2/0	67.430	275
3/0	85.030	320
4/0	107.200	370
250 MCM	126.700	410
300 MCM	151.000	460

**Fuente:**<http://www.electricidad-gratuita.com/cables-electricos-d5.html>

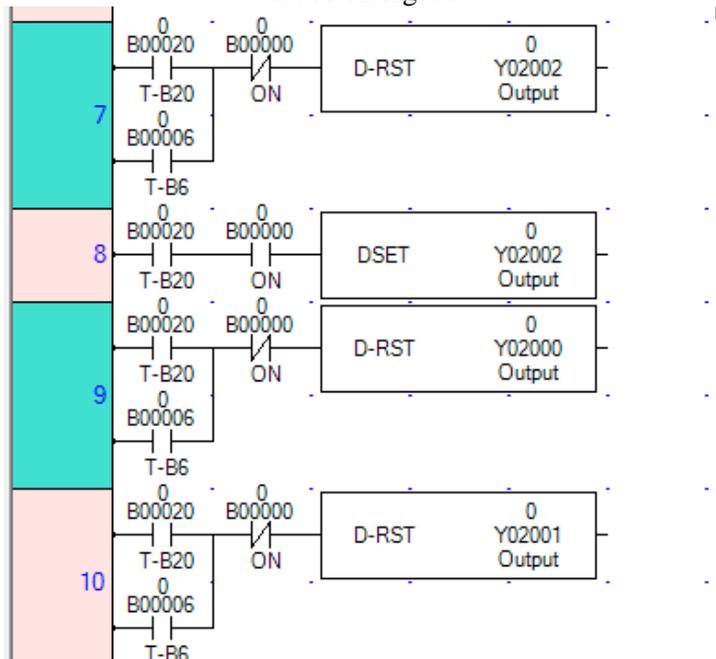
# **ANEXOS E**

## **PROGRAMACIÓN DEL PLC**

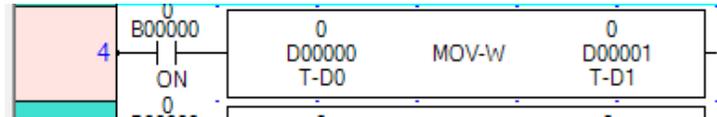
Encendido y apagado manual individual del ventilador y las niquelinas



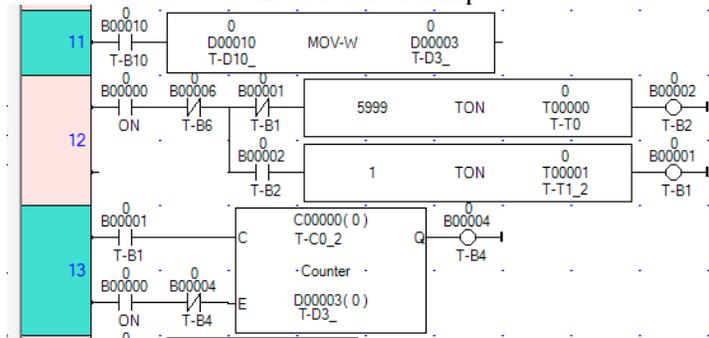
Para de emergencia



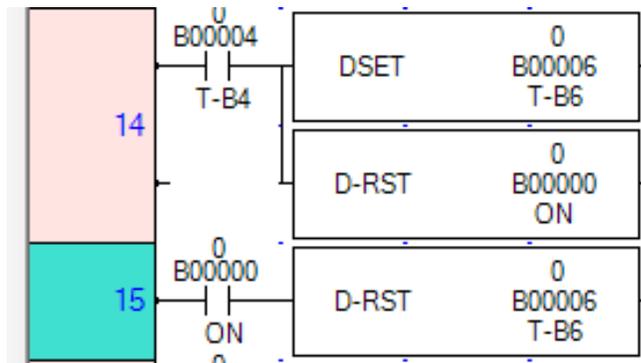
Adquisición de temperatura del horno



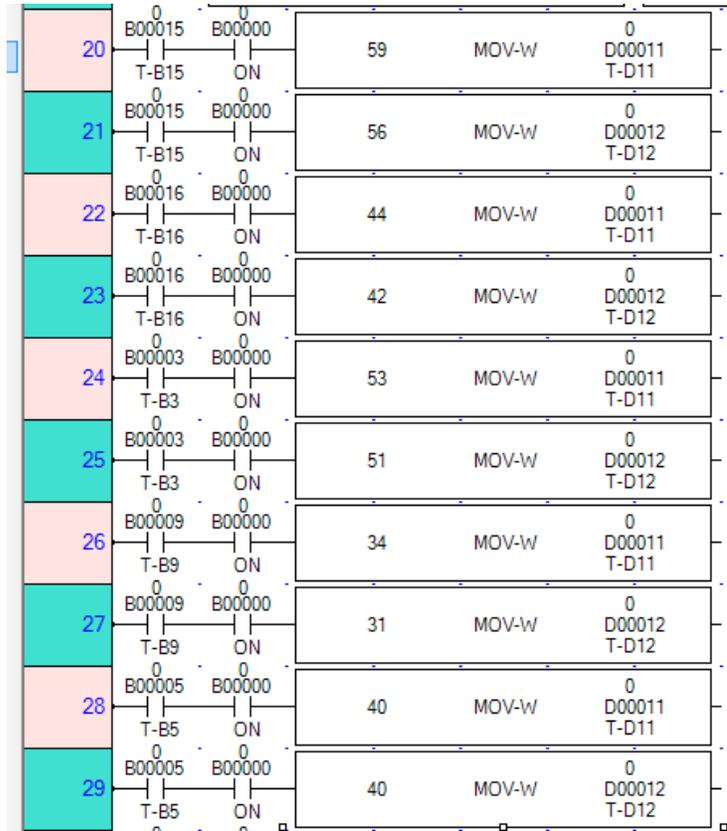
Establecer el tiempo



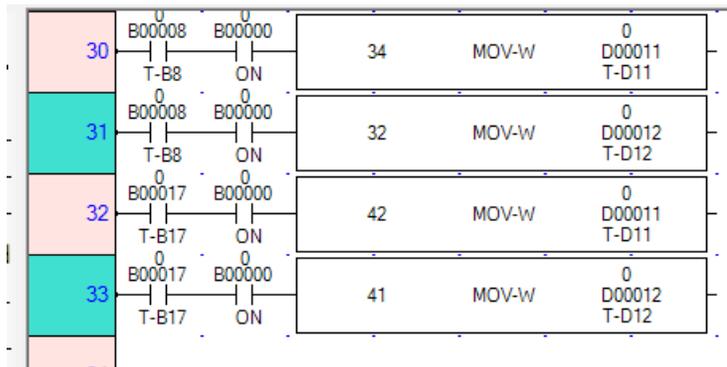
Reseteo del sensor y niquelinas cuando se acaba el tiempo



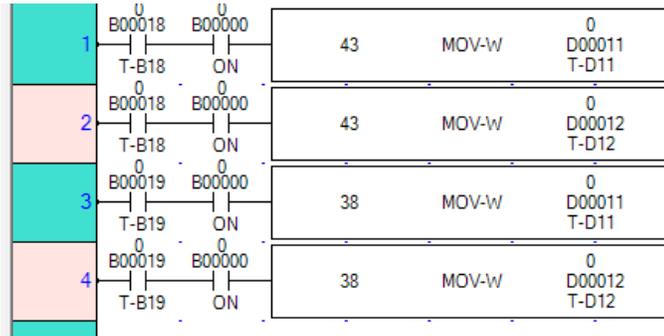
Rango de temperaturas establecidas para cada semilla de deshidratacion.



Rango de temperaturas establecidas para cada semilla de deshidratacion.



Rango de temperaturas establecidas para cada semilla de secado.



**3.6. PLANOS  
MECÁNICOS DE  
LA MÁQUINA.  
GRUPO DE  
INVESTIGACIÓN**

**3.7. PLANO  
ELÉCTRICOS DE  
LA MÁQUINA  
GRUPO  
INVESTIGACIÓN.**

# **3.8. MANUAL DEL USUARIO GRUPO DE INVESTIGACIÓN**

# **DESHIDRATADOR DE SEMILLAS.**

## **MANUAL DEL USUARIO**

**MODELO:** PZRH0188

Por Favor, este manual fue realizado para la saber el funcionamiento de la maquina.

Archívelo para futura aplicación de consulta.

### **CARACTERÍSTICAS DE LA MÁQUINA.**

Verificar que la puerta está cerrada, antes de poner en marcha, caso contrario no podrá realizar el proceso de deshidratación.

### **CONTENIDOS.**

Leer este manual con atención.

Este manual usted encontrara consejos útiles para usar apropiadamente la máquina.

#### **INTRODUCCIÓN.**

- Información de Seguridad.
- Información de Partes.

#### **ANTES DE INICIAR EL DESHIDRATADO.**

- Preparación antes de comenzar el deshidratado.
- Función de cada botón.

#### **INSTALACIÓN.**

- Instalación.

<p><b>CUIDADO Y MANTENIMIENTO.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpieza y mantenimiento.</li> </ul>
<p><b>PROBLEMAS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Problemas comunes en la máquina.</li> </ul>
<p><b>ESPECIFICACIONES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especificaciones.</li> </ul>

## **INFORMACIÓN DE SEGURIDAD.**

El manual está dividido en dos partes: Advertencia y Precaución.

### **Advertencias.**

#### **Símbolos de advertencias.**

#### **PELIGRO**



El símbolo de DANGER significa peligro que el incumplimiento de esta declaración de seguridad causará daños personales o muerte.

#### **ADVERTENCIA**



El símbolo (WARNING) significa advertencia que el incumplimiento de esta declaración de seguridad causará daños personales o muerte.

**PRECAUCIÓN**



El símbolo (CAUTION) significa precaución que el incumplimiento de esta declaración de seguridad causará daños personales o muerte.

**HIGH VOLTAGE**

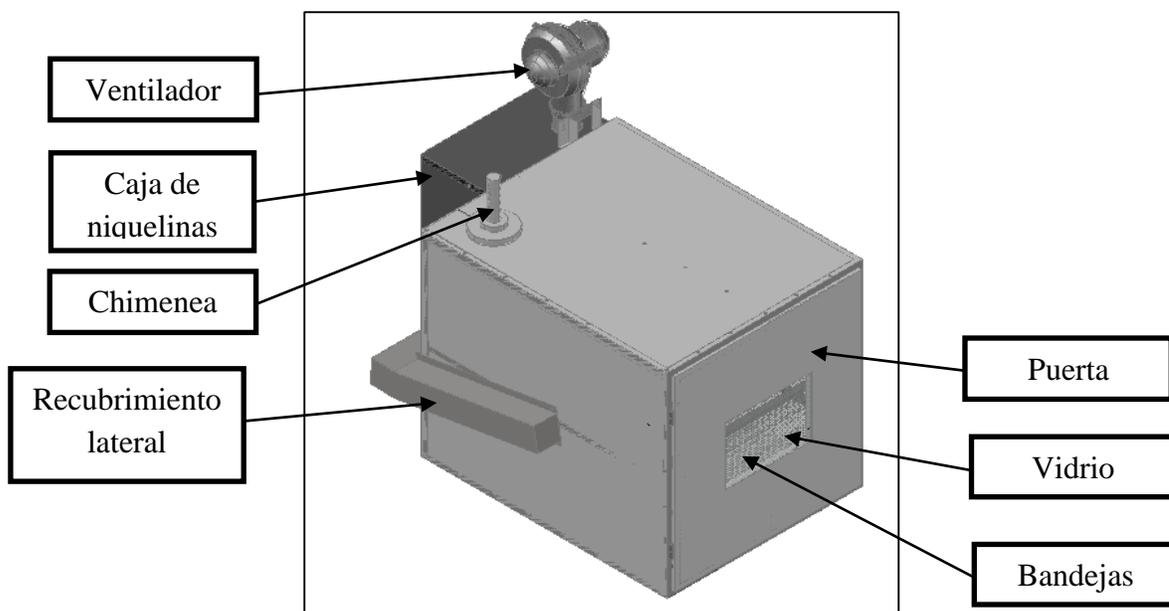


El símbolo (HIGH VOLTAGE) significa alto voltaje que el incumplimiento de esta declaración de seguridad causará daños personales o muerte.

<p>INSTALACIÓN APROPIADA</p>	<p> Precaución.</p> <p>La instalación debe estar bien realizada tomando todos los datos técnicos de instalación.</p> <p><b>Una instalación inapropiada puede generar fugas de electricidad que pueden ocasionar un accidente.</b></p>
<p>ÁREA DE DESHIDRATADO</p>	<p> Advertencia.</p> <p> No tocar el enchufe con las manos mojadas.</p> <p><b>Esto causara una descarga eléctrica.</b></p> <p> No abrir la puerta del mientras esté en funcionamiento.</p>

	<p><b>Podría ocasionar quemaduras graves.</b></p>
<p>CUANDO USE LA MAQUINA.</p>	<p> Precaución.</p>
	<p>Verificar que el interior no exista ningún tipo de elemento que pueda generar algún daño en operación al equipo.</p> <p>Verificar que este bien conectadas la alimentaciones indicadas para evitar un corto circuito.</p> <p>Colocar en las bandejas el producto a deshidratar de una forma uniforme para un deshidratado eficaz.</p>
<p>CUANDO NO USE LA MAQUINA.</p>	<p> Precaución.</p>
	<p> No desarmar los controles sin los conocimientos adecuados o con herramientas inadecuadas.</p> <p><b>Puede generar descargas eléctricas.</b></p> <p> car que los cables no estén cortados.</p> <p><b>Puede ocasionar un corto circuito.</b></p>

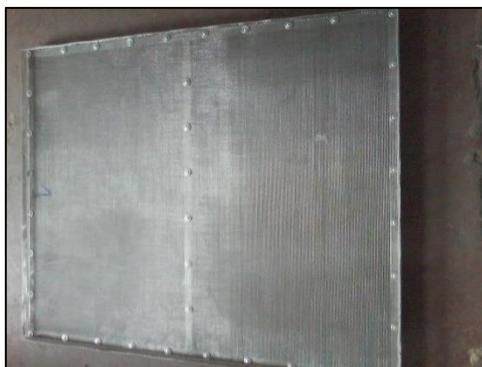
## IDENTIFICACIÓN DE PARTES.



## ACCESORIOS.

## BANDEJAS.

La elaboración de las bandejas es en perfiles cuadrados de Acero inoxidable 306 anticorrosivos y forrados por malla de acero inoxidable número 5. Dimensiones de 70x90mm; por cada bandeja.



## PREPARACIÓN ANTES DE INICIAR CON EL DESHIDRATADO.

**Clasificación.-** Para el desarrollo de una buena deshidratación, el producto de contar con las siguientes características debe ser fresco, lavado y verificar cual es la humedad para tener un deshidratado uniforme.

- **Pelado.** Remover el desecho dañado que no se vaya a deshidratar.
- **Lavado.** Lave las semillas antes de deshidratación.
- **Colocación de las semillas.** Colocar las semillas en cada bandeja de forma uniforme.
- **Cantidad de semillas.** Es recomendable colocar 6.6 Kg. En cada bandeja de manera uniforme.
- **Tipo de semillas.** Las semillas que van a ser deshidratadas serán del régimen Sierra

## FUNCIÓN DE EL PANEL DE CONTROL.



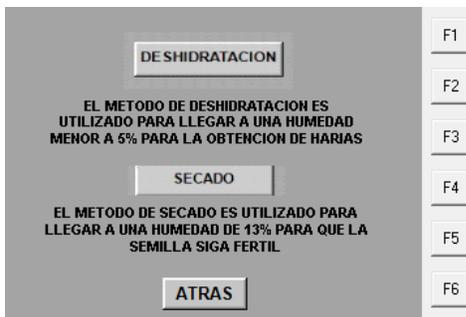
Caratula



Pantalla de selección del método a ser utilizado



Pantalla ayuda sobre las humedades de secado y deshidratado



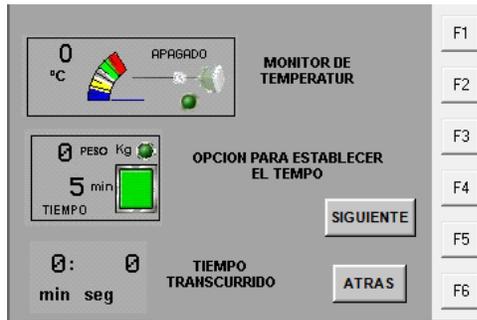
Pantalla de menú de deshidratado



Pantalla de control de tiempo y temperatura



**AYUDA** información de la pantalla de control



**AYUDA** información de la pantalla de control



**F1** Modo de pruebas



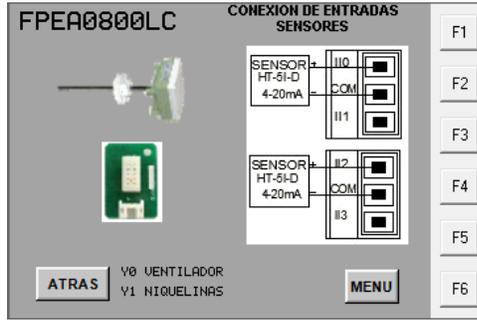
**F2** Información de rango de temperatura

The screenshot shows a control panel with the following table:

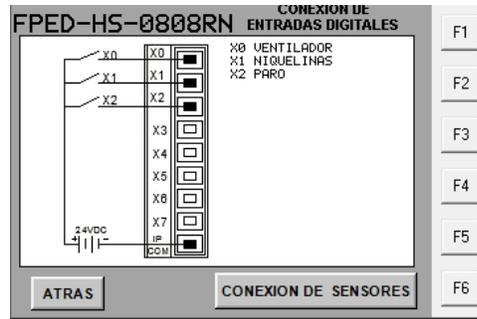
INFORMACION				
BEMILLAS	Rango de Temperatura	Humedad final de Deshidratación(%)	Tiempo de secado	Humedad final de Deshidratación(%)
Maíz	55 a 60°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Trigo	44°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Cebada	45 a 60°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Avena	30 a 35°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Arroz	40°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Centeno	31 a 35°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Quinua	42°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)

Buttons: "SIGUIENTE" and "ATRAS". Function keys: F1, F2, F3, F4, F5, F6.

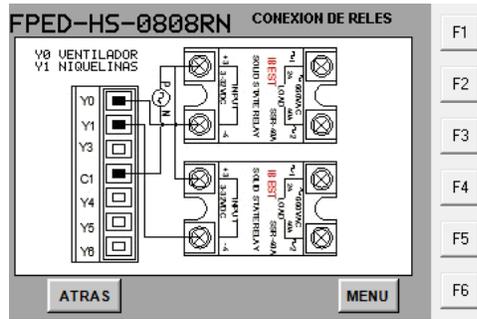
### F3 Conexión de sensores



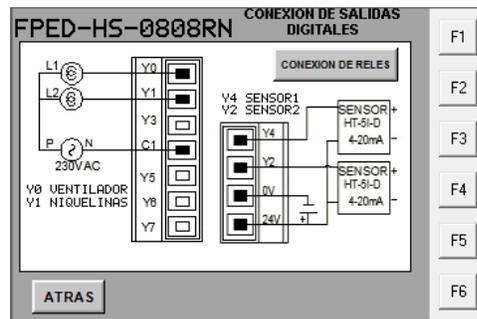
### F3 MENU Conexión de entradas



### F4 Conexión de relés

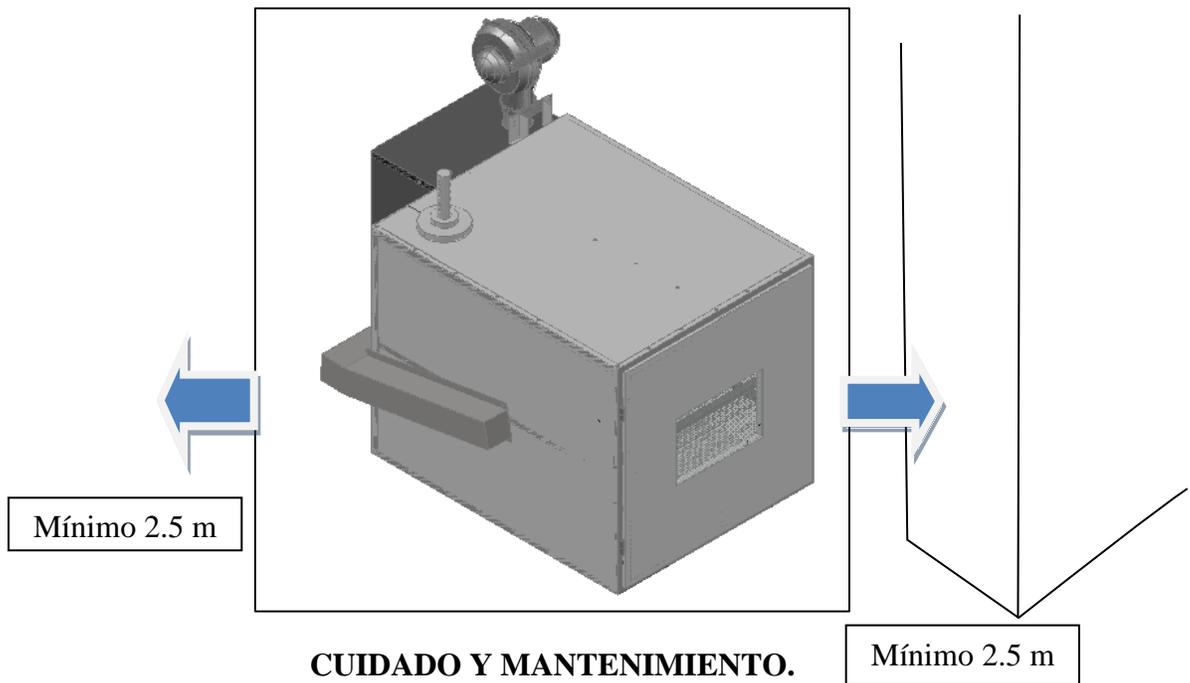


### F4 MENU Conexión de salidas de los relés

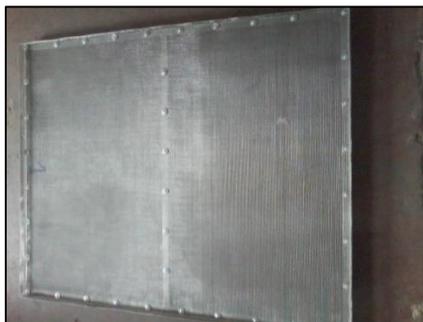


## INSTALACIÓN

La máquina debe ser colocada en un espacio plano, firme y en un lugar cerrado. Es recomendable colocar en un área pequeña de 2.5 m de lado derecho e izquierdo para su utilización.



1. Cuando finalice el proceso de deshidratación:
2. Apagar el equipo en su totalidad, revisar que no esté encendido ninguno de los mandos.
3. La cámara de deshidratado se puede limpiar con un trapo húmedo.
4. Limpiar las bandejas con agua y detergente.

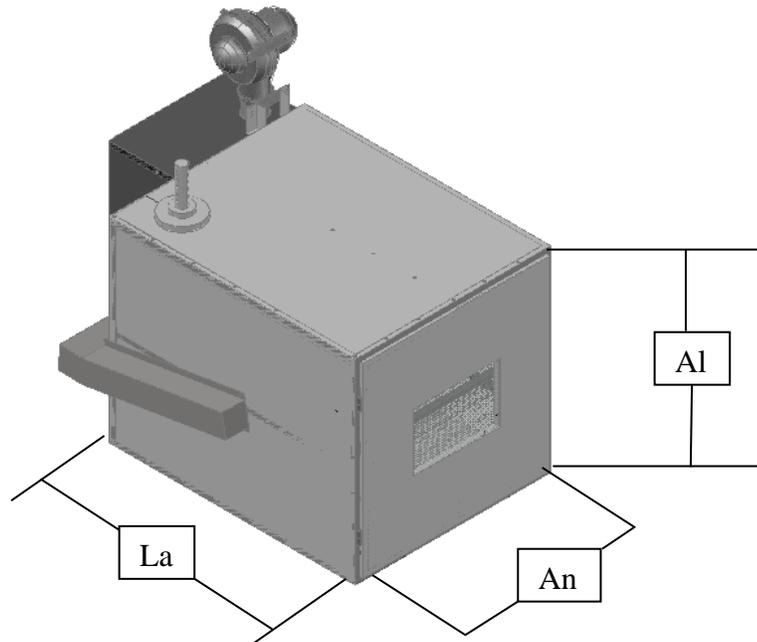


5. Secar las bandejas con un trapo seco.
6. Verificar que no exista suciedad y desechos que puedan contaminar el proceso.

### PROBLEMAS.

<b>PROBLEMAS.</b>	<b>CAUSAS POSIBLES.</b>	<b>SOLUCIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS.</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina no enciende.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Puerta mal cerrada.</li> <li>• Problemas de alimentación eléctrica.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique que la puerta del deshidratador este cerrada.</li> <li>• Verifique que no exista daños en el cableado y que esté conectado correctamente.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La máquina no alcanza la temperatura necesaria.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La niquelina se encuentra averiada.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambiar la niquelina.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• No existe flujo de aire.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problema en la programación del sistema.</li> <li>• El ventilador está quemado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reiniciar el sistema de programación.</li> <li>• Cambiar de ventilador.</li> </ul>

## ESPECIFICACIONES.



<b>MODELO:</b>	PZRH0188
<b>CAPACIDAD:</b>	20Kg.
<b>DIMENSIONES:</b>	
<b>Altura:</b>	83 cm.
<b>Largo:</b>	1.3 m.
<b>Ancho:</b>	83 cm.
<b>TIPO DE VENTILADOR:</b>	Centrifugo.
<b>VOLTAJE:</b>	110V. a 220V.

<b>MATERIAL:</b>	Acero inox.
<b>PRODUCTO A DESHIDRATAR:</b>	Semillas y cereales.
<b>FRECUENCIA:</b>	60 Hz.

# SEEDS DRYER MACHINE

## MANUAL FOR INSTRUCTIONS

**MODEL: PZRH0188**

This manual was designed to know the operation of machine. Keep it for future reference.

### MACHINE CHARACTERISTICS

Check the door is closed, before starting, otherwise cannot be the dehydration process.

### CONTENTS

Read all instructions before using this manual.

In this manual you will find tips to properly use the machine

<b>INTRODUCTION.</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Security information</li><li>• Parts technical information</li></ul>
<b>BEFORE STARTING THE DEHYDRATED</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Preparation before the dehydrated</li><li>• Function of each button.</li></ul>
<b>INSTALLATION</b> <ul style="list-style-type: none"><li>• Installation</li></ul>

<p><b>CARE AND MAINTENANCE</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cleaning and maintenance.</li> </ul>
<p><b>PROBLEMS.</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Common machine problems.</li> </ul>
<p><b>SPECIFICATIONS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Specifications.</li> </ul>

## SAFETY INFORMATION

The manual is divided into two parts: warning and caution.

### Warnings.

**Warning symbols.**

#### **DANGER**



The DANGER symbol means that failure to follow this safety statement will result in personal injury or death.

#### **ADVERTENCIA**



The WARNING symbol means that failure to follow this safety statement MIGHT result in personal injury or death.

**PRECAUCIÓN**



The WARNING symbol means that failure to follow this safety statement MIGHT result in personal injury or property damage.

**HIGH VOLTAGE**

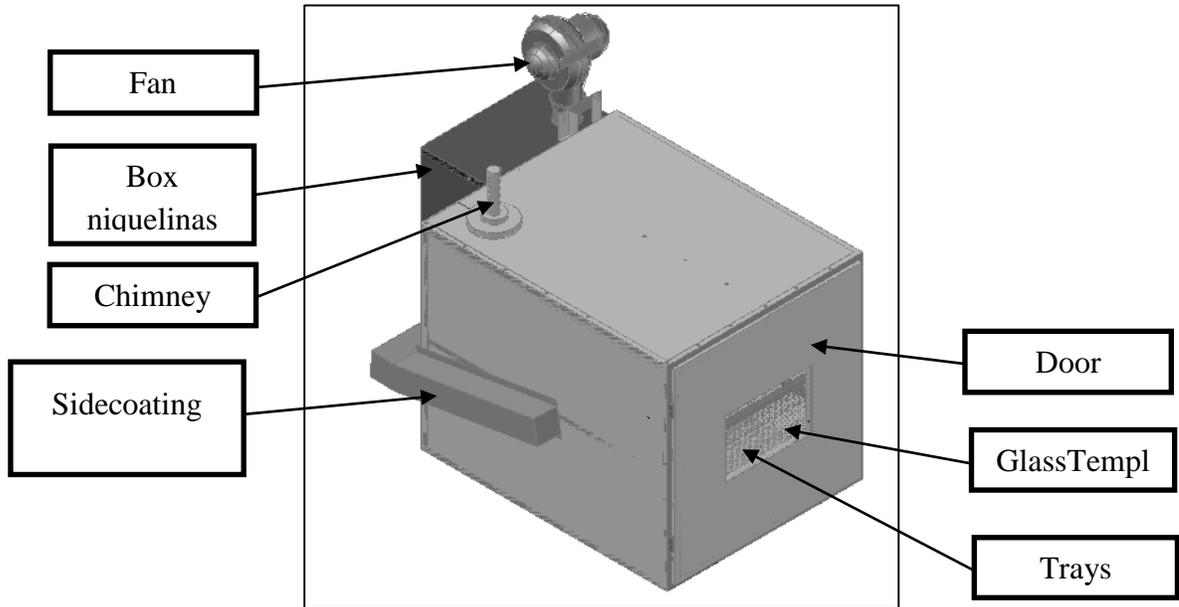


The HIGH VOLTAGE symbol means that failure to follow this safety statement MIGHT result in personal injury or death.

<p>PROPER INSTALATION</p>	<p> Caution</p> <p>The installation should be carefully done take in to account all technical data.</p> <p><b>An improper installation may generate electrical leakage which can cause accidents.</b></p>
<p>DESHIDRATATION AREA</p>	<p> Warning.</p> <p> Do not touch the plug with wet hands.</p> <p><b>It could cause an electrical shock.</b></p> <p> Do not enter the door when the drier is running.</p> <p><b>It will cause severe burn</b></p>

<p>HOW USE THE MACHINE</p>	<p> Warning</p>
	<p>Check the inside of the machine that there is not any type of element that can generate damage in operating equipment.</p> <p>Check that it is well-connected the power supplies indicated to prevent a short circuit</p> <p>Place the product into trays to be dehydrated in a uniform way for a dehydrated effective.</p>
<p>WHEN DO NOT USE THE MACHINE.</p>	<p> Warning</p>
	<p> Not disassembling controls without adequate knowledge or with inadequate tools</p> <p>Do not disassemble the controls</p> <p><b>Improper use can result in electric shocks</b></p> <p> Check that the cables connected are not broken.</p> <p><b>It may cause a short shock.</b></p>

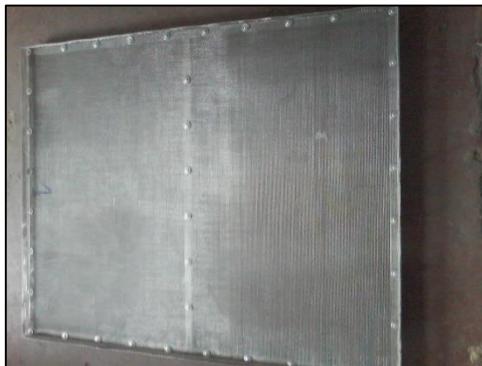
## PART IDENTIFICATION



## ACCESSORIES

### TRAYS

The development of the trays is in square stainless steel profiles and covered by 306 anticorrosive stainless steel mesh number 5. Dimensions 70x90mm ; per tray.



## PREPARCIÓN ANTES DE INICIAR CON EL DESHIDRATADO.

### PREPARATION BEFORE STARTING WITH THE DEHYDRATED

- **Classification.** - For the development of a good dehydration product having the following characteristics should be fresh, wash and check moisture which is to have a uniform dehydrated.
- **Peel.** Remove the damaged waste that is not going to be dehydrated.
- **Wash.** Wash the seeds before dehydration.
- **Fitting of seeds.** Place the seeds in each tray in a way uniform.
- **Quantities of seeds.** It is recommended to place 5 Kg. In each tray in a way uniform.
- **Type of seeds.** Seeds will be dehydrated according to Sierra seasonal.

### CONTROL PANEL FUNCTION



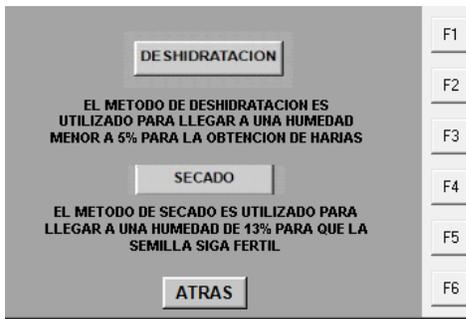
Caratula



Method selection screen to be used



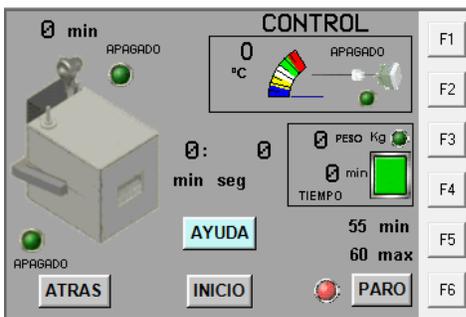
Display help on humidity drying and dehydrated



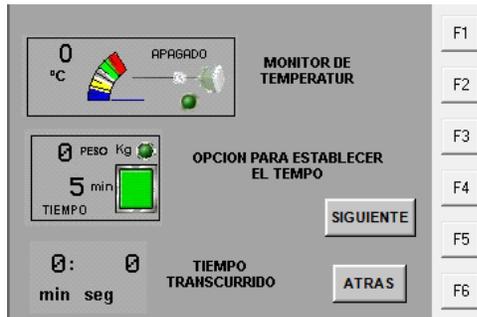
Dehydrated menú screen



Display of time and temperature control



## HELP Screen information control



## HELP Screen information control



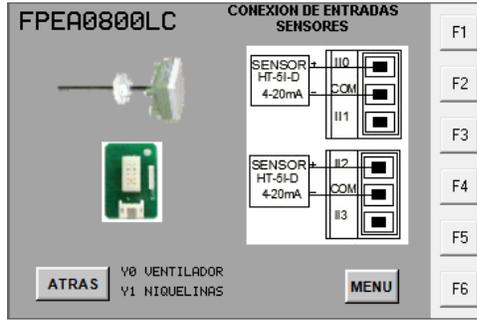
## F1 Test mode



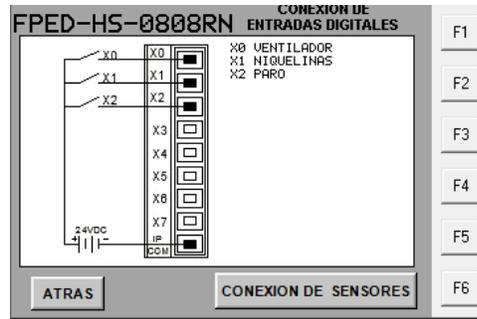
## F2 Information temperatura range

INFORMACION				
SEMILLAS	Rango de Temperatura	Humedad final de Deshidratacion(%)	Tiempo de secado	Humedad final de Deshidratacion(%)
Maíz	55 a 60°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Trigo	44°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Cebada	45 a 60°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Avena	30 a 35°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Arroz	40°C	(4-8%)	43°C	(13-14%)
Centeno	31 a 35°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)
Quinoa	42°C	(4-8%)	38°C	(13-14%)

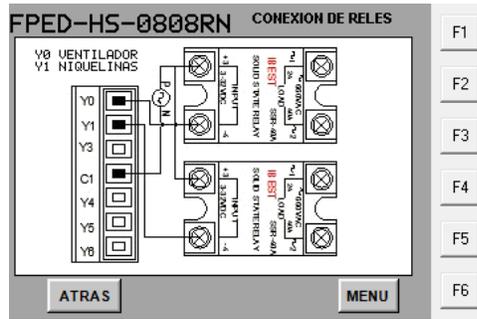
### F3 Sensor connection



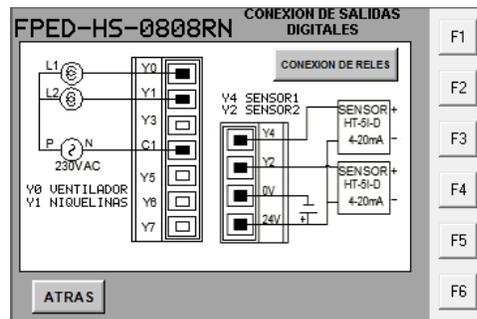
### Connecting inputs F3 MENU



### F4 Relay Connection

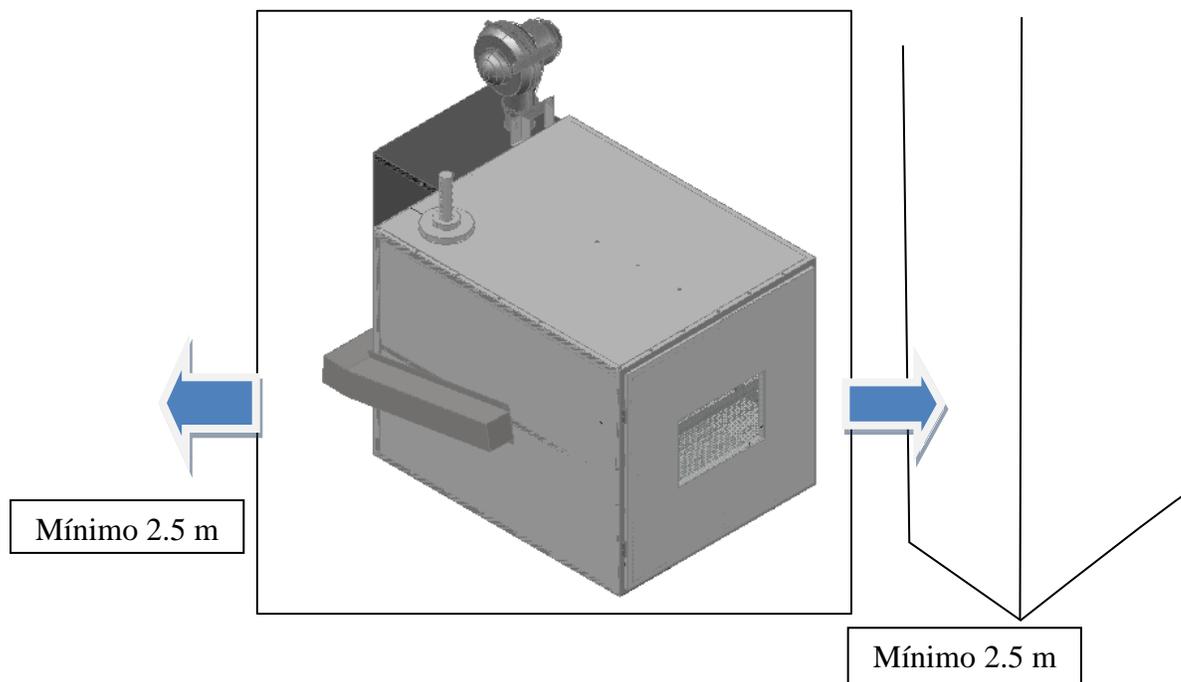


### F4 MENU Connecting relay outputs



## INSTALLATION

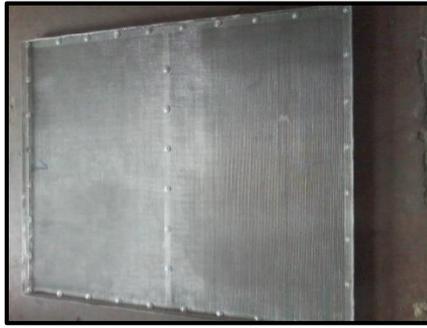
The machine must be placed on a flat, firm space and an enclosed space. We recommend placing a small area of 2.5 m of right and left for use.



## CARE AND MAINTENANCE

When you end the process of dehydration:

1. Turn off the machine totally; check that any of the controls is not on.
2. The camera of dehydrated can be cleaned with a damp cloth.
3. Clean the trays with water and detergent.
4. Secar las bandejas con un trapo seco.

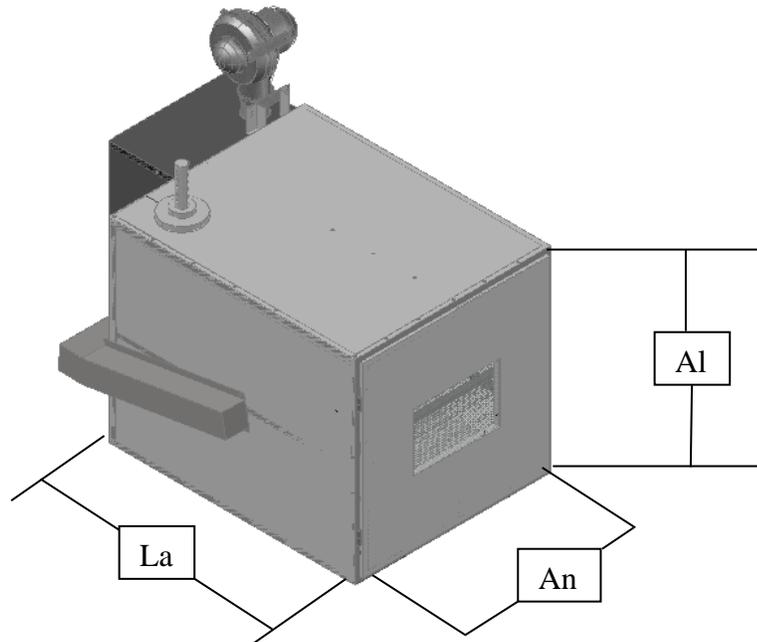


5. Dry the trays with a dry cloth.
6. Verify that there is no dirt and debris that may contaminate the process.

### PROBLEMS.

PROBLEMS.	CAUSAS POSIBLES.	SOLUCIÓN Y MEDIDAS PREVENTIVAS.
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The machine does not start up.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The door is not closed correctly.</li> <li>• Problem with electricity supply.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Check the drier-door is closed.</li> <li>• Check that there is not damage to the wiring and that is properly connected.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• The machine is not possible to reach the temperature up.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• The nickeline is broken.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Change nickeline.</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• There is not airflow.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Problem with programming system.</li> <li>• The fan is burned.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Restart system programming.</li> <li>• Change the fan.</li> </ul>

**DESCRIPTION.**



<b>MODEL:</b>	PZRH0188
<b>CAPACIDAD:</b>	20Kg.
<b>DIMENSIONS:</b>	
<b>High:</b>	83 cm.
<b>Large:</b>	1.3 m.
<b>Wide:</b>	83 cm.
<b>TYOE OF FAN:</b>	Centrifugal.
<b>VOLTAGE:</b>	110V. a 220V.
<b>MATERIAL:</b>	Stainlessteel.
<b>PRODUCTTODESHIDRATATE:</b>	Seeds and cereal.
<b>FRECUENCY:</b>	60 Hz.

**3.9. FOTOS**  
**CONSTRUCCIÓN**  
**MÁQUINA**  
**GRUPO DE**  
**INVESTIGACIÓN**

## MÁQUINA.

### CORTE Y SOLADURA DE LA ESTRUCTURA DEL BASTIDOR.

#### GRUPO DE INVESTIGACIÓN.





**CORTE Y DOBLADA DE LAS PARTES DE LA ESTRUCTURA DEL BASTIDOR.**

**GRUPO DE INVESTIGACIÓN**



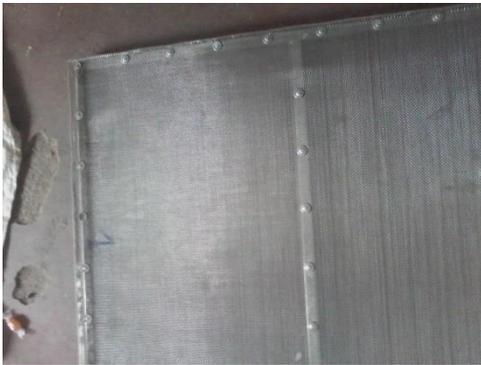
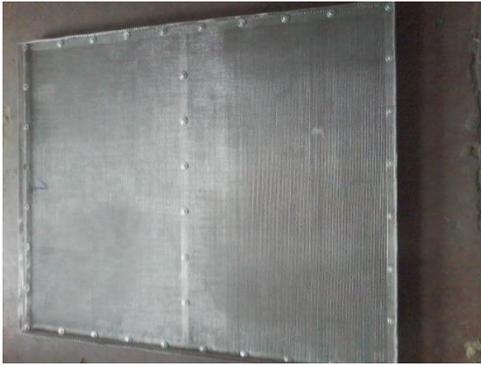
## CORTE Y DOBLADA DE LA CAJA DE NIQUELINAS.

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN



## COLOCACIÓN DE LAS PARTES DEL DESHIDRATACIÓN

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN





## COLOCACIÓN DEL PANEL DEL CONTROL

## SISTEMA ELÉCTRICO Y AUTOMATIZADO

### GRUPO DE INVESTIGACIÓN

