



**UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA
SEDE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE INGENIERÍA

CARRERA: Ingeniería Eléctrica

**Tesis previa a la obtención del Título de:
Ingeniero Eléctrico**

TEMA:

**DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR
PARA SECADO ARTIFICIAL DE PARTÍCULAS SÓLIDAS. CASO DE
ESTUDIO: THEOBROMA CACAO.**

AUTORES:

Samuel Huayamave Astudillo

Eddy Tumbaco Castro

DIRECTOR:

Ing. Pablo German Parra Rosero M.Sc.

Guayaquil, Abril del 2015

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD

Declaramos la autenticidad del contenido expuesto en el presente proyecto, para los efectos legales y académicos, son de exclusiva responsabilidad legal y académica de los autores.

Guayaquil, Mayo del 2015

f.....

Samuel Huayamave

CI. 0925445280

f.....

Eddy Tumbaco Castro

CI.0920671831

DEDICATORIA

Dedico este proyecto a mi familia de la cual recibí su apoyo incondicional inculcándome la perseverancia y constancia para culminar esta etapa en mi vida en especial a mis padres Samuel Huayamave y Azucena Astudillo quienes han sido ese pilar fundamental para formar la persona que soy hoy en día. No puedo dejar de agradecer a mis amigos por brindarme su apoyo en todo momento en este largo proyecto que está por concluir. Para todos ellos con mucho cariño esta dedicatoria.

Samuel Huayamave Astudillo

Este trabajo lo dedico a Dios por darme las fuerzas para seguir adelante, a mis queridos padres: Eloy Tumbaco y María Castro, los cuales me apoyaron durante la vida estudiantil y me supieron apoyar, aconsejar y dar la mejor herencia; la educación. A mis hermanos: Miriam, María, Alexi, Geovanny y Christian con quienes crecí, y recibí un apoyo incondicional. A mis amigos con quienes compartí mi vida estudiantil.

Eddy Tumbaco Castro

AGRADECIMIENTO

Mi principal agradecimiento es a Dios quien ha llenado de muchas bendiciones y fortaleza diaria para culminar un ciclo muy importante de mi vida personal y profesional. A mis padres que siempre están presentes en mis ideas y juegan un papel importante en la toma de decisiones dado que su apoyo ha sido de suma importancia en el desarrollo de este proyecto y culminar con éxito una etapa más de mi vida. Agradezco a mis profesores y amigos que siempre estuvieron apoyándome de una u otra manera para alcanzar mi meta, en especial al Ing. Pablo Parra mi director de tesis por guiarme y apoyarme incondicionalmente en la elaboración de esta tesis.

Samuel Huayamave Astudillo

Agradezco en primer lugar a DIOS, por haberme dado la fortaleza necesaria para culminar con éxito mi carrera, a mis padres por inculcarme valores y virtudes, por ser los pilares principales de mi vida personal y profesional, y juegan un papel importante en la toma de mis decisiones, a mis hermanas Miriam, María y Alexi por su ayuda incondicional, dándome fuerza para no desvanecerme en cada obstáculo que se me presentó para alcanzar cada una de mis metas propuestas. Agradezco a los profesores de la Universidad Politécnica Salesiana, a la Facultad de Ingeniería, por brindarme la oportunidad de obtener una profesión y ser persona de utilidad para la comunidad.

Eddy Tumbaco Castro

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE RESPONSABILIDAD.....	i
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE GENERAL.....	iv
ÍNDICE CUADROS Y TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xii
BIBLIOGRAFÍA.....	xv
RESUMEN	1
ABSTRACT	2
INTRODUCCIÓN	3
CAPÍTULO I	5
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Justificación	5
1.3 Objetivos.....	6
1.3.1. Objetivo general	6
1.3.2. Objetivos específicos	7
1.4 Metodología.....	7
CAPÍTULO 2	9
2.1. Historia del cacao	9
2.1.1. El Gran Cacao	10
2.2. Países productores de cacao.....	11
2.3. Variedad de cacao en el mercado	14
2.3.1. Cacao Forastero	15
2.3.2. Cacao Criollo o Nativo	15
2.3.3. Cacao Trinitario	17
2.4. El cacao en Ecuador y el mundo.....	17

2.4.1 Ecuador vs. América Latina	18
2.4.2. Ecuador vs. Europa	20
2.5. Cadena de procesamiento de cacao	20
2.5.1. Productores primarios	21
2.5.2. Compañías manufactureras	21
2.5.3. Distribuidores	21
2.6. Proceso de secado	23
2.6.1. Definición del secado	23
2.6.2. Contenido de humedad	23
2.6.3. Transferencia de calor del sólido	24
2.6.4. Transferencia de calor por convección	24
2.6.5. Transferencia de calor por radiación	25
2.6.6. Transferencia de masa	26
2.6.6.1.Convectiva	26
2.6.6.2.Régimen laminar	26
2.6.6.3.Molecular o difusión ordinaria	26
2.6.6.4.Difusión molecular en sólidos	27
2.6.6.5.La difusión de gases o líquidos en los poros del sólido.	28
2.7. Métodos de secado	29
2.7.1. Secado natural	31
2.7.2 Secado artificial	32
2.7.3. Tipos de secadores artificiales	32
2.7.3.1. Secadores directos	33
2.7.3.2. Secadores directos continuos	33
2.7.3.3. Secadores de cabina o bandeja	33

2.7.3.4. Secadores de transportador neumático	34
2.7.3.5. Secadores rotatorios	34
2.7.3.6. Secadores por aspersión	34
2.7.3.7. Secadores de túnel	35
2.7.3.8. Secador de tambor	35
2.7.3.9. Secadores indirectos	36
CAPÍTULO 3	37
DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN	37
3.1. Diseño y construcción mecánica	37
3.2. Análisis de los parámetros para el secador de granos	37
3.2.1. Características del sólido, cacao.	37
3.2.1.1. Densidad del cacao	37
3.2.1.2. Humedad del cacao.....	38
3.2.1.3. Característica del aire	38
3.3. Sistema de calentamiento	38
3.4. Estructura	39
3.5. Sistema de calentamiento de aire	40
3.5.1. Ventilador centrífugo.....	40
3.5.2. Cámara de calentamiento	43
3.5.3. Aislamiento térmico	45
3.5.4. Unidad de encendido de la cámara de calentamiento.....	46
3.7. Cámara de secado	48
3.7.1. Dispositivos elevadores de grano	50
3.7.2. Área del producto en el tambor	51
3.7.3. Diámetro del tambor interior del secador	51
3.8. Transmisión de movimiento.....	52

3.8.1. La velocidad del cilindro	52
3.8.2. Reductor de velocidad	53
MATERIALES ELÉCTRICOS	54
3.9. Variador de frecuencia	54
3.9.1. Características	54
3.9.2. Configuración de parámetros	55
3.10. Sensor y transmisor de temperatura	55
3.11. Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200)	56
3.12. Medidor de flujo de gas.....	57
CAPÍTULO 4	58
4.1. Requerimientos del sistema.....	58
4.1.1. PLC Simatic® S7-1200	58
4.1.2. Pantalla táctil (HMI)	59
4.2. Diagrama de bloques	59
4.3. Diagrama de control	60
4.3.1 Software TIA (Totally Integrated Automation)	60
4.3.2. Diseño del control	61
4.3.2.1. Configuración del S7-1200	65
4.3.2.2. Configuración de la pantalla táctil	65
4.4. Especificaciones del problema	68
4.4. Solución del problema.....	68
CAPÍTULO 5	70
MANUAL DE USUARIO	70
5.1. Partes y accesorios	70
5.2. Recomendaciones generales.....	71
5.3. Instrucciones de seguridad	71

5.4. Instrucción de instalación.....	72
5.5. Herramientas y materiales necesarios	72
5.5.1. Herramientas para mantenimiento eléctrico.....	72
5.5.1.1. Multímetro	73
5.5.1.2. Juego de cables (para pruebas)	73
5.5.1.3. Corta frío.....	73
5.5.1.4. Alicata	73
5.5.1.6. Juego de llaves de corona.....	73
5.5.1.7. Brocha.....	73
5.5.2. Materiales de mantenimiento eléctrico.....	74
5.5.2.1. Limpia contacto	74
5.5.2.2. Lubricantes	74
5.7. Requisitos en cuanto al suministro de gas.....	76
5.7.1. Conexiones del gas.....	76
5.8. Instalación eléctrica.....	77
5.8.1. Conexiones del cable de alimentación	78
5.9. Instrucciones de funcionamiento	79
5.9.1. Explicación del panel de control	79
5.10. Preparativos antes de secar.....	81
5.10.1. Verificación Eléctrica.....	81
5.10.2. Verificación de existencia de obstáculos	82
5.10.3. Verificación aislamiento térmico	83
5.10.4. Verificación fuga de gas.....	83
5.11. Producto fermentado	83
5.12. Colocar el producto en la secadora.....	84
5.13. Consejos del funcionamiento	84

5.14. Guía de cuidado y limpieza.....	85
5.15. Detección y solución de problemas.....	86
CAPÍTULO 6	87
6.1. Conclusiones	87
6.2. Recomendaciones.....	88
DENSIDAD POR EL MÉTODO DE LA PROBETA.....	89
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CACAO.....	93
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CACAO.....	94
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CACAO.....	95
PARÁMETRO DEL AIRE	96
CARACTERÍSTICA TÉCNICA DE LOS VARIADORES SIEMENS	97
DIAGRAMA DE FLUJO PARA PUESTA EN SERVICIO RÁPIDA	98
CARACTERÍSTICA DEL PLC S7-1200.....	99
HMI KTP600 Basic mono PN.....	100
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	101
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	102
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	103
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	104
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	105
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	106
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	107
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	108
PROGRAMACIÓN DE PLC	109
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	110
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	111
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	112
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	113
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	114
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	115

PROGRAMACIÓN DE PLC.....	116
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	117
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	118
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	119
PROGRAMACIÓN DE PLC.....	120
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA LATERAL IZQUIERDA.....	121
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA LATERAL DERECHA	122
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA FRONTAL.....	123
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA FRONTAL.....	124
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. PERPECTIVAS	125
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. SISTEMA FUNCIONAL	126
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. ACOTAS (MEDIDAS)	127

ÍNDICE CUADROS Y TABLAS

Tabla 2.1. Producción de Cacao en Grano.....	11
Tabla 2.2. Producción de Cacao en Grano, por países de África.....	12
Tabla 2.3. Producción de Cacao en Grano, por países de América.....	13
Tabla 2.4. Producción de Cacao en Grano, por países de Asia y Oceanía.....	14
Tabla 2.5. Exportaciones de cacao en grano 2014. Principales países de Destino.....	19
Tabla 2.6. Exportaciones de semielaborados 2014. Principales países de Destino.....	19
Tabla 2.7. Principales Inversionista en sector.....	22
Tabla 3.1. Características técnicas del motor trifásico.....	42
Tabla 3.2. Datos para calcular el caudal de aire del ventilador.....	43
Tabla 3.3. Rendimiento del sistema de combustión.....	46
Tabla 3.4. Parámetros de la termocuplas.....	57
Tabla 4.1. Parámetros de los controladores según la curva de reacción de Ziegler-Nichols.....	63
Tabla 5.11. Tabla de Problemas, causas y solución de mantenimiento.....	87

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Figura 2.1. Hacienda El Gran Cacao.	10
Figura 2.2. Cacao Nacional.	11
Figura 2.3. Gráfica de producción de Cacao en grano.	12
Figura 2.4. Gráfico de la producción del cacao en grano en África.	13
Figura 2.5. Gráfico de la producción del cacao en grano en América.	14
Figura 2.6. Gráfico de la producción del cacao en grano en de Asia y Oceanía.	14
Figura 2.7. Cacao Forastero con mazorca amelonada.	15
Figura 2.8. Cacao Criollo,	16
Figura 2.9. Cacao Nacional.	16
Figura 2.10. Cacao Trinitario.	17
Figura 2.11. Representación Gráfica de Exportaciones de semielaborados 2014	19
Figura 2.12. Representación Gráfica de Exportaciones de semielaborados 2014.	19
Figura 2.13. Coenraad Van Houten	21
Figura 2.14. Diagrama esquemático del proceso de difusión molecular.	28
Figura 2.15. La difusión. Movimiento de los átomos.	30
Figura 2.16. Secador de bandeja	34
Figura 2.17. Secador Transportador Neumático	35
Figura 2.18. Secador Rotatorio	35
Figura 2.19. Secador por Aspersión	35
Figura 2.20. Secador de túnel	36
Figura 2.21. Secador de Tambor	37
Figura 3.1. Unidad de Secado. Sistema de calentamiento.	40
Figura 3.2. Estructura del Secador.	41
Figura 3.3. Motor Trifásico.	41
Figura 3.4. Ventilador Centrífugo	42
Figura 3.5. Cámara de Calentamiento. (mm)	44
Figura 3.6. Quemadores tipo Flauta	45
Figura 3.7. Quemador tipo flauta porcelanizado.	45

Figura. 3.8. Quemador tipo flauta porcelanizado.....	46
Figura. 3.9. Lana de Vidrio.....	46
Figura. 3.10. Aislamiento del Ducto.....	47
Figura 3.11. Unidad de encendido.	47
Figura 3.12. Ubicación del electrodo	48
Figura. 3.13. Ducto distribuidor de aire. Dimensiones (mm)	48
Figura 3.14. Cámara de secado.....	49
Figura 3.15. Medidas de la cámara de secado.....	50
Figura. 3.16. Diseño de alabes. Paletas.....	50
Figura 3.17. Estructura constructiva	50
Figura 3.18. Elevadores. (a) Inclinación 90°. (b) Inclinación 45°	51
Figura. 3.19. Eje y chumaceras.	51
Figura. 3.20. Variador de Frecuencia.	55
Figura 3.21. Termocuplas tipo J.....	56
Figura 3.22. Característica del PLC s7-1200	58
Figura 3.23. Controlador de Flujo	58
Figura 4.1. PLC S7-1200	60
Figura 4.2. Diagrama de Bloque del sistema	60
Figura 4.3. Diagrama de flujo del sistema	61
Figura 4.4. Software TIA PORTAL.....	62
Figura 4.5. Respuesta a un escalón unitario de la planta.....	63
Figura 4.6. Curva de respuesta en S.....	63
Figura 4.7. Controlador PID del sistema.....	65
Figura 4.8. Configuración de Inicio.....	66
Figura 4.9. Configuración pantalla de setPoint.....	67
Figura 4.10. Configuración de visualizador datos de termocupla1	67
Figura 4.11. Configuración de visualizador datos de termocupla2	68
Figura 4.12. Configuración de visualizador velocidad motor1.....	68
Figura 4.13. Planteamiento del Problema.....	69

Figura 4.14. Diagrama de Flujo de la Planta (Secadora).....	70
Figura 5.1. Parte constructiva de la máquina (Secadora).....	71
Figura 5.2. Herramienta de mantenimiento eléctrico.....	75
Figura 5.3. Pañuelo de Algodón Blanco	76
Figura 5.4. Conexión de Manguera de gas en el Flujometro. Entrada y salida	78
Figura 5.5. Conexión a los quemadores	78
Figura 5.6. Alimentación Eléctrica	79
Figura 5.7. Panel de Control. HMI.....	80
Figura 5.8. Voltaje de alimentación de los Variadores y fuente de 24V_{DC}.....	83
Figura 5.9. Voltaje de alimentación del PLC S7-1200	83
Figura 5.10. Ingreso del Cacao a la cámara de secado.	85

BIBLIOGRAFÍA

- INEN 173, I. (2012). *R*. Recuperado el 2013, de Resource: law.resource.org
- Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro. (enero de 2013). *agrocalidad*. Recuperado el 2014, de agrocalidad.gob.ec
- cacao, A. N. (2010). *Anecacao*. Recuperado el 2013, de www.anecacao.com/es/historia-del-cacao/
- CATIE. (2010). *Orton*. Recuperado el 2013, de orton.catie.ac.cr
- Chavarría, L. M. (Abril de 2010). *Hondurassiexporta*. Obtenido de www.hondurassiexporta.hn
- Dirección de inteligencia comercial e inversiones extranjeras. (2014). *proecuador*. Recuperado el 2014, de www.proecuador.gob.ec
- Doster, Nicolas . (Octubre de 2011). *botconsult*. Recuperado el 2014, de www.botconsult.com
- Dostert, Nicolas. (2012). *Botconsult*. Recuperado el 2014, de www.botconsult.com
- Fundación de Cacao México. (2010). *cacao mexico*. Recuperado el 2014, de www.cacaomexico.org/?pag_1d=201
- García, G. (7 de julio de 2012). *Biblioteca Banco central del Ecuador*. Recuperado el 2013, de biblioteca.bce.ec
- Holman, J. P. (1998). *Transferencia de calor* . Madrid: MC. Gran-hill.
- ICCO. Organización Internacional de Cacao. (2013). *Icco*. Recuperado el 2014, de www.icco.org/about-us/icco-annual-report.
- Malespin, M. (1982). *El Cacao*. Managua: Midinia.
- Morales, B. G. (2006). *micorrizas: Importancia , Producción e Investigación en el Ecuador*. Quito, EC: Massgraficos.
- Navarro M - Mendoza I. (Septiembre de 2006). *IICA*. Recuperado el 2014, de www.iica.int.ni
- Nestlé. (2010). *Nestlé*. Recuperado el 2013, de ww1.nestle.com.ec
- Nonhebel, G. y. (2002). *El secado de Sólidos en la industria química*. España: Reverté.
- Paredes, G. E.-A. (1989). *El cultivo de cacao*. San José , Costa Rica: EUNED.
- Paredes, G. E.-A. (1989). *El cultivo de cacao* . San José, Costa Rica: EUNED.
- Paredes, G. E.-A. (1989). El cultivo de Cacao. En G. E.-A. Paredes, *El cultivo de Cacao* (pág. 11). San Jose Costa Rica: EUNED.
- Pérez Gutiérrez, G. (Abril de 2013). *Dspace*. Recuperado el 2014, de dspace.ucuenca.edu.ec
- Ramírez, P. (junio de 2006). *ESPOL*. Recuperado el 2014, de www.dspace.espol.edu.ec
- Rigel, J. (2005). *indacoperu*. Recuperado el 2013, de www.indacoperu.com
- Trujillo, J. (20 de mayo de 2010). *Directo al paladar*. Recuperado el 17 de febero de 2013, de www.diretoalpaladar.com/cultura-gastronomica
- Urquhart, D. H. (1963). *Cacao*. Costa Rica : SIC.
- Wilson, J. D. (2003). *Física*. Mexico: Person.

RESUMEN

Tema: DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE UN INTERCAMBIADOR DE CALOR PARA SECADO ARTIFICIAL DE PARTICULAS SOLIDAS. CASO DE ESTUDIO: THEOBROMA CACAO.

Autores: Eddy Xavier Tumbaco Castro, Samuel Huayamave Astudillo.

Director de Tesis: Ing. Pablo Parra Rosero. M.Sc

Palabras Claves: Secador Rotatorio, Partículas sólidas, Theobroma cacao, Convención forzada, Humedad, Lazo de control PID, PLC, Interfaz humano-máquina.

El presente estudio consiste en diseñar e implementar un secador rotatorio de partículas sólidas por lote para el *Theobroma cacao* variedad CCN51y Nacional de origen ecuatoriano.

El equipo emplea transferencia de calor por convección forzada directa, buscando la eliminación de la humedad del producto. Para el diseño del equipo se principio analizando la humedad inicial de la partícula de cacao, la cual presentó forma y tamaño no homogéneo, se elaboraron las curvas de secado que determinaron una humedad final del 7%. El secador tiene una capacidad procesamiento 200kg de cacao por cada 8 horas. Cuya temperatura máxima (60°C) y mínima (40°C), controladas por una termocupla tipo “J” visualizada en la pantalla táctil. En la pantalla táctil se monitorea en tiempo real la temperatura, la velocidad del tambor, y el flujo de ingreso de gas licuado de petróleo, manejado por medio de un lazo de control PID y mediante la configuración del controlador lógico programable, S7-1200, que permite hacer un interfaz humano-maquina.

ABSTRACT

Theme: DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A HEAT EXCHANGER FOR SOLID PARTICLES ARTIFICIAL DRYING. CASE STUDY: THEOBROMA CACAO.

Authors: Eddy Xavier Tumbaco Castro, Samuel Huayamave Astudillo.

Thesis Director: Ing. Pablo Parra Rosero. M.Sc

Keywords: Rotary Dryer, Solid Particles, Theobroma Cocoa, Forced Convection, humidity, PID Control Loop, PLC (Programmable Logic Controller), Human-machine Interface.

The present study consists on designing and implements a rotary drying of solid particles by batch for the Theobroma cacao variety CCN51 y national of Ecuadorian origin.

The device uses direct heat transfer by forced convection, aiming to eliminate humidity of the product. For the equipment design we first started to analyze the initial humidity of cocoa particle, which provided no uniform shape and size, drying curves determined a final humidity content of 7% were made. The dryer has a cocoa processing capacity of 200kg per each 8 hours. Which maximum temperature (60 ° C) and minimum (40 ° C), controlled by a thermocouple type "J" displayed on the touch screen. On the touch screen monitors in real time temperature, drum speed, and the inflow of liquefied petroleum gas, driven through a PID control loop by setting the programmable logic controller, S7-1200, that allows to make a human-machine interface.

INTRODUCCIÓN

Dada la necesidad de implementar un sistema de secado por lote, que permita el secado de pequeñas cantidades de cacao, en cortos períodos de tiempo, para beneficio de los pequeños agricultores se procedió a la elaboración del diseño e implementación de un intercambiador de calor para secado artificial de partículas sólidas. Caso de estudio: Theobroma cacao, que cuenta con controles para temperatura y flujo de aire. A través de una pantalla de operación automática se realiza los controles del proceso en tiempo real.

La presente tesis está formada por cinco capítulos incluyendo las conclusiones y recomendaciones, que se detallan a continuación:

En el primer capítulo se determinan los planteamientos del problema del secado, se los analiza y se procede a justificar cada uno de los problemas para concluir con el objetivo principal de diseñar e implementar un secador artificial para el secado de sólidos, teniendo como referencia el grano de cacao por medio de un intercambiador de calor; basado en un sistema automático, agrupando la información en el PLC para el análisis de los parámetros del producto en un control PID del diseño de un secador rotativo.

En el segundo capítulo se mencionan los antecedentes y producción de la variedad de cacao en el Ecuador. Se estudia los procesos de secado, se analiza la estructura del grano de cacao, y los diferentes métodos empleados en el secado del cacao.

En el tercer capítulo se realiza el diseño y construcción del secador, tomando como base los parámetros del grano de cacao, se enumeran sensores, transmisores de temperatura y los demás elementos que forman el sistema del secador rotativo.

En el cuarto capítulo se desarrolla el diseño del control del proceso de secador rotativo, se realizan los esquemas de flujo que verifican el proceso tomando como base los datos de los medidores de temperatura y flujo de aire, se implantó un sistema de control y una pantalla de operación automática, mediante la configuración del controlador lógico

programable, S7-1200 (PLC), se obtienen los valores de las variables y permite la interfaz humano – máquina.

En el quinto capítulo se desarrolla un manual para el uso correcto y el mantenimiento de la máquina, con los pasos a seguir para la instalación eléctrica y el sistema de gas.

En el capítulo seis se manifiestan las conclusiones y recomendaciones originadas en este proyecto.

CAPÍTULO I

EL PROBLEMA

1.1 Planteamiento del problema

En el Ecuador los pequeños agricultores pierden sus productos debido a los cambios climáticos, al proceso de fermentación que tienen una duración aproximada de cuatro días y a los altos costos que genera el secado natural del cacao que está conformado por el alquiler del tendal (área física para secar) de dos a tres días dependiendo del clima, se empieza a las 07:00 hora de la mañana y se concluye a las 17:00 de la tarde; esto origina la contratación de dos jornaleros con turnos doble por día. Sumado a los costos de los fertilizantes, de riego, de las herramientas, de los equipos, y de la cosecha los costos de producción se incrementan. Adicional este método de secado tradicional no da un cacao con un promedio de 7% de humedad, sino de 16% a 17% de humedad. Esto le perjudica en el valor de venta. Por este motivo los agricultores buscan otras alternativas para secar los productos, llevando consigo un alto costo de producción de pequeñas cantidades, mayor tiempo de trabajo, que no garantizan la calidad del producto.

Con este proyecto se busca elaborar un sistema automático mediante un control PID, que garantizará un secado del cacao mediante una temperatura adecuada que no sobrepase los 60 grados centígrados el control con datos específicos con el fin de llegar a su punto óptimo de humedad del 7% producto para su posterior almacenamiento, venta y distribución del cacao.

1.2 Justificación

Ecuador es conocido mundialmente como productor y exportador de las variedades fino de aroma o cacao arriba y también exporta la variedad CCN51, en el año 2014 las ventas al exterior generaron unos ingresos de 700 millones de dólares con un incremento del 10% con respecto al volumen de venta del año anterior. Contribuyendo así en la economía del Ecuador. Según la revista América Economía el país está entre los cinco principales productores de cacao a nivel mundial.

La evolución de producción en la última década paso de 110 mil toneladas a 220 mil en el 2014. El sector cacaotero proyecta para exportación un crecimiento hasta el año 2016 entre 280 a 300 mil toneladas métricas.

La Fundación Maquita Cushunchic en diciembre del 2013 en la ciudad de Guayaquil, realizó inversiones en la construcción de una planta de elaborados de cacao. Abriendo nuevos mercados en la venta de productos derivados de cacao.

Los sistemas industriales de secado, involucran grandes inversiones; por lo cual, los pequeños productores no pueden acceder a los mismos.

Después de la cosecha, el cacao requiere ser fermentado de forma inmediata para posteriormente someterlo al proceso de secado. Si los factores climáticos no hacen factible el secado, el producto se pierde.

Actualmente, para secar un quintal de cacao con el proceso natural, en condiciones climáticas óptimas, se requieren entre dos y tres días. El proyecto busca reducir este tiempo de diez o doce horas.

Con el desarrollo del proyecto se desea diseñar un intercambiador de calor, para un secado del producto por lote, que permita secar sólidos (cacao) en pequeñas cantidades, en cortos períodos de tiempo.

1.3 Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Diseñar e implementar un secador artificial para el secado de sólidos, teniendo como referencia el grano de cacao, que se lo realiza en la cámara de secado por medio de un intercambiador de calor con un flujo de aire continuo, basado en sistema automático,

agrupando la información en el PLC para el análisis de los parámetros del producto en un control PID. Con la finalidad de reducir la humedad del grano de cacao a un 7 %, para su posterior almacenamiento y obtener una excelente calidad del producto de exportación.

1.3.2. Objetivos específicos

- Diseñar un sistema de control automático de secado de cacao de tipo rotatorio.
- Implementar un proceso de control de fácil manejo para el operario.
- Obtener el grado de humedad de aceptabilidad del producto para el mercado nacional y mundial.
- Reducir tiempo de secado que genera bajo costos.
- Reducir los tiempos de producción para lograr incrementar los niveles de rendimiento por hectárea.
- Utilizar equipos y dispositivo de control de última tecnología en la industria alimenticia.

1.4 Metodología

Este trabajo investigativo es un proyecto factible mediante la propuesta alternativa sobre el secado del sólido, el caso de estudio es el Theobroma Cacao el que ayudará a los problemas de secado, se fundamenta en la investigación bibliográfica y de campo. Es investigación de campo por el contacto directo al grano de cacao al que se le hará mediciones para obtener recolección de datos y se procesa la información para su

análisis, la misma que es documental porque consiste en registrar la información obtenida de libros, revistas, diarios, informes científicos, etc.

1.4.1. Métodos

En este documento se aplicarán los siguientes métodos:

El científico, porque es un medio por el cual se puede clasificar, describir, definir y determinar resultados de la investigación para su verificación y posterior aplicación.

El analítico- sintético, que permite un trabajo de investigación bibliográfico que mediante análisis, logra identificar causas y consecuencias del problema planteado.

Método Descriptivo, determina el estado actual del objeto de estudio, el mismo que constituye el problema a investigarse.

Método Estadístico, permitirá recobrar datos y porcentajes para la interpretación de las causas y efectos del problema.

CAPÍTULO 2

MARCO TEÓRICO: DATOS REPRESENTATIVOS Y SECADO DEL CACAO

2.1. Historia del cacao

El Cacao es un fruto originario de América del Sur, apareció por primera vez en la región amazónica Orinoquia (Colombia), aproximadamente hace unos 4000 años, se argumenta que la expansión del cacao al resto del continente americano se llevó a cabo por el ser humano, los animales y otros factores meteorológicos.

Se sabe que los primeros árboles de cacao aparecieron en tierras tropicales del Continente Americano en donde las tribus de los Mayas y los Aztecas lo usaban como medicina natural y sus médicos lo recetaban como relajante y estimulante, principalmente la manteca de cacao la usaban como reconstituyente. Las tribus también usaban al cacao como bebida o moneda de intercambio, sorprendentemente, el consumo actual del chocolate en Latinoamérica es prácticamente atractivo en las estadísticas internacionales. (Paredes, El cultivo de cacao, 1989)

En los años de 1631, el Dr. Alonso Colmenero de Ledesma, médico cirujano de la provincia de Sevilla, escribió el primer libro donde se habla sobre el chocolate y sobre la fórmula para la preparación de un medicamento hecho de puro chocolate. Años más tarde la Corte de Madrid y sus gobernantes, decretan que nadie y en ningún lugar de España podía venderse el chocolate como bebida, para evitar que la gente lo tomara, porque se había convertido en una bebida muy popular y medicinal, bajo este decreto obligan a las personas a comprarlo como pastilla y ser consumido solo en los domicilios. A mediados del siglo XIX Suiza comenzó a producir chocolate, después de varios años de investigaciones realizadas por Daniel Peter y Henry Nestlé, quienes les dieron la fama al chocolate Suizo; siendo Suiza, el país que más chocolate consume en todo el mundo y es además el mayor productor mundial de productos a base de chocolate. (Trujillo, 2010)

2.1.1. El Gran Cacao

A inicios del siglo XIX, se proclama la Fundación del Ecuador, a la que pertenecen muchas familias económicamente estables que se dedicaban al cultivo y cosecha del cacao en sus tierras, en las haciendas denominadas “Grande Cacao”, Figura 2.1, situadas en Vices, provincia de Los Ríos y en otros cantones de la misma provincia. (cacao, 2010)



Figura 2.1. Hacienda El Gran Cacao.

Fuente: www.anecacao.com

En la década de 1880 la producción del cacao en el Ecuador era de 15000TM, años más tarde la producción se triplica, aumentándose a 40000TM, haciendo del Ecuador el mayor exportador mundial de cacao, con este incremento, se da el nacimiento de las primeras instituciones bancarias en el país, gracias a la solidez en la economía que produjo el cacao en esa década. (cacao, 2010)

En la década de 1920 la economía del Ecuador se desestabilizó en la exportación de cacao en el mercado internacional y el mercado nacional, por la aparición y expansión de enfermedades que afectaron el cultivo de cacao el cual se redujo al 30%. (cacao, 2010)

Actualmente, gran parte de la producción de grano de cacao ecuatoriano es resultado de la mezcla de la variedad trinitario y nacional, ingresaron después de 1920 por estimarse resistentes a las enfermedades. Ecuador reúne los requisitos en el área del agro y del clima para fomentar el cultivo del cacao nacional (sabor arriba). (cacao, 2010) Figura 2.2



Figura 2.2. Cacao Nacional.
Fuente: www.anecacao.com

2.2. Países productores de cacao

Los grandes cultivos de cacao están ubicados en los países de África, América, Asia y Oceanía. Tabla 2.1. Según los reportes anuales de la ICCO (International Cocoa Organization), la producción de cacao en grano descendió en un 5.21% en el período 2011/2012 con respecto al período anterior, en el 2012/2013, la producción anual se ubicó en 3941.8 miles de toneladas métricas, y para el 2013/2014 se tiene una proyección de 4345 miles de toneladas métricas en la producción anual del cacao en grano, según los datos de julio del 2014. Figura 2.3. África aún mantiene el liderazgo de la producción de cacao en grano a nivel mundial, seguido de América, y en último lugar se encuentra Asia y Oceanía. (ICCO. Organización Internacional de Cacao, 2013)

Tabla 2.1. Producción de Cacao en Grano

PRODUCCIÓN DE CACAO EN GRANO (Miles de Toneladas)				
CONTINENTES	PERÍODOS			
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
ÁFRICA	3224,2	2929,4	2833,0	3173,8
AMÉRICA	558,4	655,2	622,1	666,1
ASIA Y OCEANÍA	526,4	510,9	486,7	505,1
TOTAL	4309,0	4095,5	3941,8	4345,0

Nota: La producción de cacao en los últimos 3 períodos han tenido un descenso, por cada período y se proyecta un crecimiento para el período 2013/2014.

Fuente: ICCO. Volumen XL n° 3 (Julio 2014)



Figura 2.3. Gráfica de producción de Cacao en grano.
Fuente: ICCO.

La situación actual de la producción del cacao en grano está presentando inconvenientes en las tres regiones y entre los países productores de cacao, registrando un descenso en período 2012/2013. Los países como Costa de Marfil y Ghana registran un descenso de 80,7 mil toneladas métricas situándose con 2284,5 mil toneladas, con estas cifras ocupan los dos primeros lugares en la región de África, Tabla 2.2, en la región de América se registró una producción de 622,1 mil toneladas en el período 2012/2013, por el descenso registrado en Brasil, Ecuador y República Dominicana durante ese período, según los datos de la ICCO. Tabla 2.3, la región de Asia y Oceanía registró un descenso de 24,2 mil toneladas métrica en el período 2012/2013. Tabla 2.4. (ICCO. Organización Internacional de Cacao, 2013)

Tabla 2.2 Producción de Cacao en Grano, por países de África

PRODUCCIÓN DE CACAO EN GRANO POR PAÍS (Miles de Toneladas)				
CONTINENTES	PERÍODOS			
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
COSTA DE MARFIL	1511,3	1485,9	1449,0	1730,0
GHANA	1024,6	879,3	835,5	920,0
NIGERIA	240,0	245,0	235,0	240,0
CAMERÚN	228,5	206,5	225,0	200,0
OTROS PAÍSES	219,8	112,7	88,5	83,8
TOTAL ÁFRICA	3224,2	2929,4	2833,0	3173,8

Nota: Costa de Marfil es el país productor de cacao en grano seguido de Ghana y Nigeria de la región de África, con una proyección de 1730 mil toneladas métricas para el período 2013/2014.

Fuente: ICCO. Volumen XL n° 3 (Julio 2014)

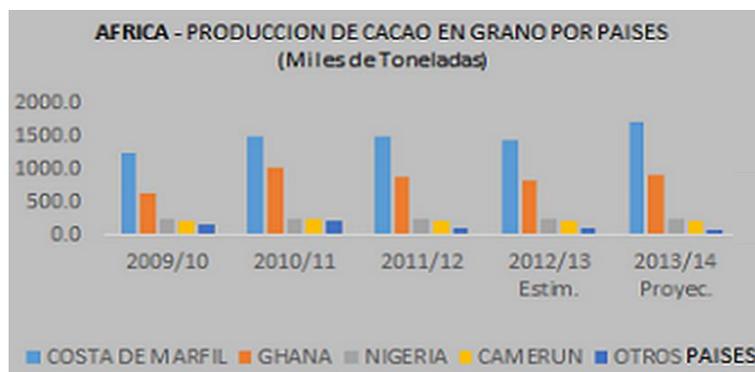


Figura 2.4. Gráfico de la producción del cacao en grano en África.

Fuente: ICCO.

Tabla 2.3 Producción de Cacao en Grano, por países de América

PRODUCCIÓN DE CACAO EN GRANO POR PAÍS (Miles de Toneladas)				
CONTINENTES	PERÍODOS			
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
BRASIL	199,8	220,0	185,3	210,0
ECUADOR	160,5	198,0	191,5	200,2
REP. DOMINICANA	54,3	72,2	68,0	70,0
PERÚ	54,4	60,6	69,4	75,0
COLOMBIA	35,2	42,6	48,4	47,0
MÉXICO	21,4	27,6	27,9	30,0
VENEZUELA	17,1	18,0	17,0	18,0
OTROS PAÍSES	15,7	16,2	14,6	15,9
TOTAL AMÉRICA	558,4	655,2	622,1	666,1

Nota: En el período 2012/2013 Ecuador estuvo en el primer lugar de los países productores de cacao con 191,500 toneladas métricas, seguido de Brasil con 185,000 TM, ambos países cubrieron casi el 60% de la producción de cacao para la región de América.

Fuente: ICCO. Volumen XL n° 3 (Julio 2014)

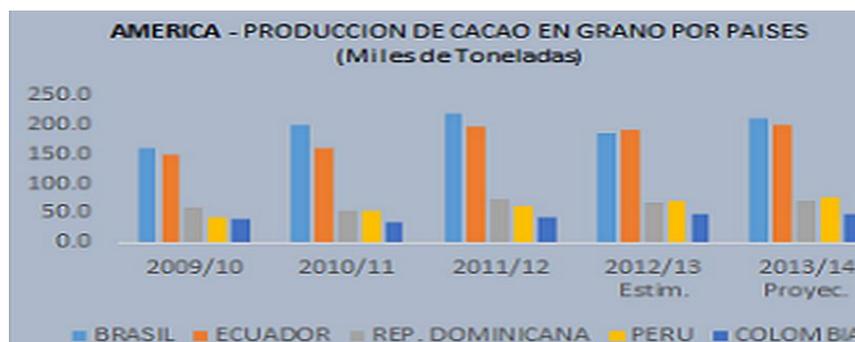


Figura 2.5. Gráfico de la producción del cacao en grano en América.

Fuente: ICCO.

Tabla 2.4. Producción de Cacao en Grano, por países de Asia y Oceanía

PRODUCCIÓN DE CACAO EN GRANO POR PAÍS (Miles de Tonelada)				
CONTINENTES	PERÍODOS			
	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
INDONESIA	440,0	440,0	410,0	425,0
NUEVA GUINEA	47,6	38,7	41,2	42,0
MALASIA	7,5	4,0	3,0	4,0
INDIA	14,5	13,0	15,0	14,0
OTROS PAÍSES	16,8	15,2	17,5	20,1
TOTAL ASIA Y OCEANÍA	526,4	510,9	486,7	505,1

Nota: Indonesia es el país mayor productor de cacao en grano para la región de Asia y Oceanía seguida de Nueva Guinea.

Fuente: ICCO. Volumen XL n° 3 (Julio 2014)

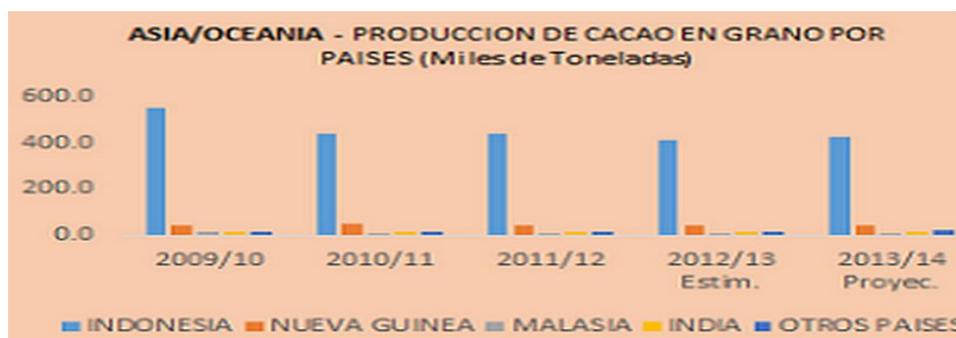


Figura 2.6. Gráfico de la producción del cacao en grano en de Asia y Oceanía.
Fuente: ICCO.

2.3. Variedad de cacao en el mercado

La variabilidad del *Theobroma cacao* está comprendida según su formas y su población en diversas especies. Estas especies crecen en el bosque tropical del territorio amazónico comprendiendo los países de Brasil, Perú, Ecuador, Colombia y Venezuela, pero fue explotado en la Mesoamérica, (Paredes, 1989). El cacao se clasifica genéticamente en dos grupos: Criollo y Forastero. (Paredes, El Cultivo de cacao, 1989) El cacao forastero alcanza una alta variabilidad genética, mientras el Criollo es genéticamente definido, por otro lado el cacao trinitario contiene híbridos entre las clasificaciones (Criollo y Forastero). La especie de cacao cultivado en su mayoría son los híbridos de origen mixto que no pueden ser incluidos entre las clasificaciones clásicas. (Dostert, Nicolas, 2012)

2.3.1. Cacao Forastero

El cacao Forastero, es oriundo de la Amazonía, se caracteriza por ser de árbol robusto y muy grande con sus hojas pequeñas de un color verde claro con mazorca amelonada de cáscara gruesa y dura con su superficie lisa, Figura 2.7, la almendra es pigmentada resistente a plagas y sabor ordinario con muy buena adaptación que se lo ha caracterizado como el cacao de mal sabor y de muy baja calidad. Este cacao en su mayor proporción es cultivado en Brasil, África Occidental, América Central y el Caribe, esta especie de cacao representa el 80% de la producción y es el de mayor importancia en el mercado mundial. (Paredes, El Cultivo de cacao, 1989)



Figura 2.7. Cacao Forastero con mazorca amelonada.
Fuente: cacaomexico.org

2.3.2. Cacao Criollo o Nativo

Al Cacao criollo se la ha caracterizado como el de buen sabor y de muy alta calidad, por ser de árbol débil y muy pequeño con sus hojas grandes de un color verde oscuro con mazorca cundeamor de cáscara fina suave con su superficie rugosa, Figura 2.8, la almendra es blanca y redondeada susceptible a plagas y sabor fino con pobre adaptación limitada. (Paredes, El Cultivo de cacao, 1989)

Esta especie de cacao fue domesticada por los mayas hace más de 3000 años. Hasta mediado del siglo XVIII esta especie de cacao era la más cultivada de esa época. En los países de habla hispana en América, el cacao criollo es frecuentemente traducido como el nativo. El cacao criollo se cultiva en los países de América del Sur y América Central,

como: Perú, Ecuador, Venezuela, Colombia, Honduras, Nicaragua, Guatemala, Jamaica, Bolivia; y en el Caribe, en la zona del océano Índico y en Indonesia. (Dostert, Nicolas, 2012)



Figura 2.8 Cacao Criollo,
Fuente: <http://theobromacr.blogspot.com/>

El cacao nacional o considerado FINO DE AROMA, Figura 2.9, en el país por su excelente calidad, aroma floral y su sabor distinguido es uno de los más reconocidos internacionalmente. (Fundación de Cacao Mexico, 2010)



Figura 2.9. Cacao Nacional,
Fuente: <http://superarboles.ccd.ec>

La calidad de un cacao Fino y de Aroma depende de los siguientes factores:

- 50% Genética del cacao. Si no es utilizada una planta fina no se podrá nunca producir un chocolate de degustación,
- 20% Post-cosecha es decir fermentación y secado apropiado,
- 25% Transformación (tostado y conchado),
- 5% Suelo y estación.

2.3.3. Cacao Trinitario

El cacao trinitario, Figura 2.10, es un árbol híbrido por naturaleza, es una combinación del criollo y forastero afrutado y perfumado, su mazorca puede ser de diferentes formas y colores, conteniendo una semilla más grande comparada a las otras variedades de cacao, tiene un aroma vivo y un suave sabor amargo y ácido como principal característica. El trinitario se crea por accidente al comienzo del siglo XVIII en las islas del caribe. (Navarro M - Mendoza I, 2006)



Figura 2.10. Cacao Trinitario,
Fuente: <http://indacoperu.com>

2.4. El cacao en Ecuador y el mundo

El cacao es una planta originaria de la zona húmeda de América del Sur, según G. Enríquez (2004), no existe una ubicación exacta del origen del cacao, algunas referencias bibliográficas indican, a la zona alta de la Amazonía. Durante la época colonial el cacao en Ecuador se extendió en cuatro zonas: la primera comprende lo que hoy en día son las provincias de Los Ríos y Guayas, denominada “Arriba”, la segunda zona geográfica donde se cultiva el cacao denominado Bahía, comprende la provincia de Manabí, la tercera zona es la de Naranjal que comprende el sur de la provincia del Guayas y El Oro y la cuarta es la zona de Esmeraldas en donde se cultiva el cacao denominado Esmeralda por ser un cacao acriollado y especial. (Doster, Nicolas , 2011)

Los primeros indicios de cacao en el continente Americano, fueron encontrados en Ecuador, desde donde se expandió a todo el continente. El cacao en la época de nuestros antepasados fue parte de nuestra cultura, considerado sagrado por unos y una necesidad para otros.

En el Ecuador en la actualidad se cultiva casi el 60% de la producción mundial del Cacao Arriba, ubicándolo entre los principales productores de esta variedad y tercero para los productos de exportación. Con esta estadística, la producción y exportación del Cacao Arriba, tiene a 600,000 personas vinculadas directas a esta actividad entre agricultores y productores. (Morales, 2006)

2.4.1 Ecuador vs. América Latina

Según Ontaneda, Ecuador ocupa el sexto puesto en exportaciones de cacao en general, no solo el del cacao fino y de aroma, pero en América Latina Ecuador es el productor número uno, por encima de Brasil. En el 2013 las exportaciones de cacao del Ecuador fueron 220 mil toneladas métricas, mientras, en Brasil fueran 185 mil toneladas.

El principal país exportador de cacao en grano, del Ecuador en América es Estados Unidos con 42%, seguido por México y Colombia con 10% y 4% respectivamente. Holanda es el segundo mayor exportador de cacao en grano del Ecuador como representante del continente Europeo. Tabla 2.5 (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2013)

Ecuador también exporta semielaborados de cacao, como el licor, pasta, manteca, polvo entre los países más destacado tenemos Chile, Colombia y Estados Unidos encabezando la lista de exportadores de los productos ecuatorianos, Tabla 2.6. (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro, 2013)

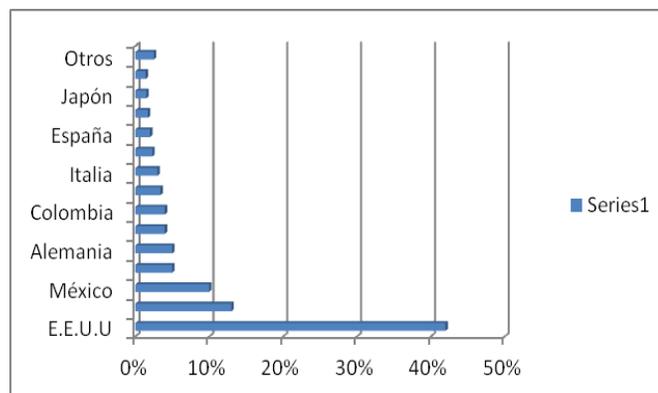


Figura 2.11. Representación Gráfica de Exportaciones de semielaborados 2014
Fuente: ANECACAO

Tabla 2.5. Exportaciones de cacao en grano 2014. Principales países de Destino

PAÍSES	EXPORTACIÓN (%)	PAÍSES	EXPORTACIÓN (%)
E.E.U.U	42%	Malasia	3,40%
Holanda	13%	Italia	3%
México	10%	Canadá	2,30%
Indonesia	5%	España	2%
Alemania	5%	India	1,70%
Bélgica	4%	Japón	1,50%
Colombia	4%	Estonia	1,40%
Otros	2,50%		

Nota: Los Estados Unidos de Norte América como principal socio comercial para las exportaciones ecuatorianas de cacao en grano participaron en un 42% durante el 2014, Holanda subió 2 puntos a un 13%, mientras México desciende un punto a 10% de la participación.

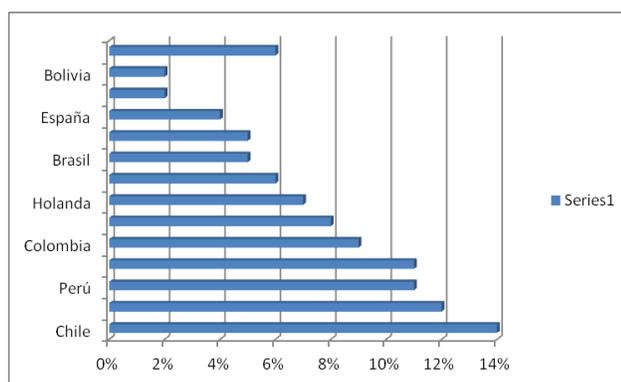


Figura 2.12. Representación Gráfica de Exportaciones de semielaborados 2014
Fuente: ANECACAO

Tabla 2.6. Exportaciones de semielaborados 2014. Principales países de Destino

PAÍSES	EXPORTACIÓN (%)	PAÍSES	EXPORTACIÓN (%)
Chile	14%	Japón	6%
E.E.U.U	12%	Brasil	5%
Perú	11%	Argentina	5%
Alemania	11%	España	4%
Colombia	9%	Australia	2%
Venezuela	8%	Bolivia	2%
Holanda	7%	Otros	6%

Nota: La región sudamericana se mantiene como principal nicho de mercado para las exportaciones de los productos elaborados de cacao ; la manteca, el polvo, la torta y el licor tienen en un 14% como destino final Chile, seguido por los Estados Unidos con un 12% de esta participación, por encima de Perú con un 11%, respectivamente.

Fuente: ANECACAO

2.4.2. Ecuador vs. Europa

Según Gustavo García, coordinador de la Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad, expresó que el cacao fino y de aroma ecuatoriano, es el producto símbolo del Ecuador, que se empezó a exportar a Europa en la época colonial. García precisó que la exportación del cacao ecuatoriano solo representaba el 4% en el mercado internacional, de la producción del cacao fino y de aroma del planeta Ecuador vende el 62% al resto de los países que lo transforman en el chocolate irresistible al paladar de los europeos. (Garcia, 2012)

En el 2011 el Ecuador exportó más de 125000 toneladas de cacao fino y de aroma, más conocido en el país como “Nacional”. El cacao ecuatoriano es incomparable en todo el mundo, después de varias pruebas realizadas en otros países los resultados tanto en aroma y sabor no han podido ser superados. (Garcia, 2012)

2.5. Cadena de procesamiento de cacao

La cadena de procesamiento o industrialización del cacao se origina al inicio del siglo XIX, Coenraad Johannes Van Houten, Figura 2.13, quien inventó el procedimiento para conseguir el cacao en polvo y la manteca de cacao. La industrialización es el proceso para transformar el cacao en grano como producto primario, en un producto consumible. (Ramirez, 2006) Existen dos tipos de procesos en la transformación del cacao en grano, el proceso para los productos de confitería, que son los derivados del cacao y el chocolate y los que se destinan para las industrias alimenticia y farmacéutica como materia prima, conocido también como industriales molineros y fabricantes de chocolate. (Rigel, 2005)

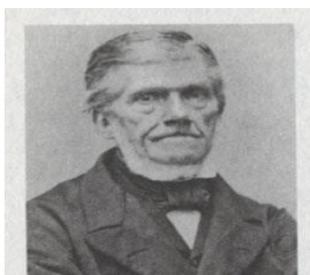


Figura 2.13. Coenraad Van Houten
Fuente: Cornell University. Library

2.5.1. Productores primarios

Ésta es la primera etapa en el proceso de comercialización del cacao, que consiste en la siembra, cosecha, fermentación y secado del grano, para pasar a la siguiente etapa. (CATIE, 2010) En Ecuador este sector está muy alejado en la cadena de comercialización, en que los mismos agricultores son los encargados de recolectar, comprar y transportar el cacao a los diferentes intermediarios o almacenes. (Perez Gutierrez, 2013)

Nestlé Ecuador es la compañía que juega un papel muy importante en los pequeños productores cacaoteros del Ecuador, facilitándoles asesoría que les permita cultivar un producto de alta calidad, Nestlé compra el cacao a precios competitivos del mercado, con asistencia técnica en la producción. (Nestlé, 2010)

2.5.2. Compañías manufactureras

En el sector manufacturero de alimentos, entre los cuales está el Cacao y sus elaborados, el principal inversionista del mundo es Estados Unidos con USD \$2285 millones en el período de enero a mayo de 2014, con un crecimiento del 22.16%, para el mismo período del 2013. Seguido por Suiza con USD \$83 millones y un crecimiento del 8,79% en el mismo período. Las industrias manufactureras de cacao en Ecuador ha tenido un crecimiento promedio anual de 4.39% en el período 2010 – 2013. En cuanto las inversiones destinadas al cacao en grano y a sus elaborados alcanzó un crecimiento en el 2013 de 41,26% vs. 2012, generando una inversión de USD 25.01 millones. (Dirección de inteligencia comercial e inversiones extranjeras, 2014)

2.5.3. Distribuidores

En la cadena de distribución del cacao están los comerciantes o importadores como los primeros consumidores de los granos o los procesados de cacao, en lugar de los fabricantes del producto final como es el chocolate. Por lo tanto no existe mucha diferencia entre los comerciantes y los fabricantes, debido a que hoy en día las mismas

comercializadoras, efectúan el proceso del cacao. Las procesadoras constan con departamentos de compras, que realizan todas las transacciones comerciales, directamente con proveedores de cacao con los en desarrollo. Otra área importante en la cadena de distribución son las empresas que reciben y almacenan el producto a nombre de sus clientes, que se encargan de verificar la calidad de los productos que almacenan. (Chavarría, 2010)

“Los canales de venta dependen del tipo de producto final a comercializar; sin embargo, los puntos de distribución más grandes son los hipermercados, supermercados, mercados locales, las tiendas de confitería, entre otros” (Chavarría, 2010).

Tabla 2.7. Principales Inversionistas en sector

Principales inversionistas en el mundo de manufactura de alimentos Millones USD						
PAÍSES	2009	2010	2011	2012	2013	Ene- May 2014
ESTADOS UNIDOS	1,815	2,536	4,204	3,486	4,043	2,285
SUIZA	1,248	1,793	1,566	816	1,748	83
TAIWAN	146	268	247	402	682	0
CHINA	66	0	3,928	1,313	491	0
JAPÓN	169	341	252	793	447	164
REINO UNIDO	328	109	789	146	427	140
CANADÁ	196	36	480	220	255	129
ALEMANIA	437	272	576	413	248	75
FRANCIA	254	287	642	883	212	95
MALASIA	2,035	100	265	41	117	0
ITALIA	102	174	265	357	111	21
SINGAPUR	182	951	232	865	92	61
DINAMARCA	469	180	0	319	42	59
ARABIA SAUDITA	3,272	12	0	100	0	0
INDIA	110	203	1,973	8	0	0
OTROS PAÍSES	2,869	2,678	2,745	1,979	1,79	1,287
TOTAL	13,698	9,94	18,164	12,141	10,705	4,399

Notas: Estados Unidos de Norte América es el principal inversionista en la manufacturación de cacao ecuatoriano, con 2,285 millones de dólares entre enero y mayo del 2014, seguido por Suiza y Taiwán.

Fuente: PROECUADOR

2.6. Proceso de secado

El proceso de secado de la almendra del cacao puede efectuarse de forma natural o artificial. El secado del cacao es la continuación del proceso en donde se forman los precursores del sabor a chocolate iniciado en la fermentación, obteniendo un color marrón, y de reducir el contenido de humedad del grano al 6 o 7%, que es la humedad de almacenamiento, si el grano después de secado queda con un 8% de humedad, éste se lo considera como crítico para su almacenamiento y comercialización. Toda semilla proveniente de un método de fermentación puede ser secada bajo el método natural (secado al sol), en los países donde se cosecha el cacao en períodos lluviosos, estos son secado bajo el método artificial (Malespin, 1982).

2.6.1. Definición del secado

El secado o deshidratación de partículas sólidas, es el proceso por el cual se elimina total o parcialmente el agua que contienen las partículas y otras sustancias que son sometidas a este proceso. (Malespin, 1982)

Podemos definir que el secado de cacao o cualquier grano, es un proceso de gran importancia en lo que es la cadena de producción de alimentos, ya que el contenido de humedad, es sin duda una de las características más importantes para determinar si el cacao o cualquier grano al ser secado, no corre el riesgo de deteriorarse durante su almacenamiento. Para también hacer una definición más clara, podemos decir que el secado es el método universal de acondicionar los granos por medio de la eliminación del agua, entonces se eliminará el contenido de agua hasta un nivel que nos permitirá un equilibrio con el aire ambiente y éste preserve su aspecto, la característica de alimento, su calidad y la viabilidad de la semilla.

2.6.2. Contenido de humedad

El cacao presenta pérdida en el peso durante el proceso de fermentación y secado, entre el 55% y 64% y la humedad relativa del cacao después del proceso de secado es del 6%,

y nunca debe alcanzar el 8%, ya que con este contenido de humedad la almendra podría presentar moho. La almendra de cacao una vez seca, absorbe humedad si en el ambiente donde es almacenada contiene una humedad relativa mayor al 80%, por su característica higroscópicas, para evitar esta absorción de humedad se debe usar forros de polietileno. (Urquhart, 1963)

Según las normas INEN 173, el contenido de humedad del cacao, se refiere a la pérdida de masa, expresada en porcentaje, que se produce al calentar una muestra del cacao bajo ciertas condiciones para obtenerlo. (173, 2012)

El contenido de humedad de la muestra se calcula mediante la siguiente ecuación 1:

$$\mathbf{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} * 100 \quad \mathbf{Ecu. (1)}$$

Siendo:

m_0 = Masa de la cápsula vacía y su tapa en gramo.

m_1 = Masa de la cápsula con la muestra humedad y su tapa en gramo.

m_2 = Masa de la cápsula con la muestra seca y su tapa en gramo.

2.6.3. Transferencia de calor del sólido

Las leyes de la termodinámica nos dan a conocer las transferencias de energía que se dan en un sistema en equilibrio. Por esto, nos ayuda a determinar la cantidad de energía necesaria para permutar un sistema de un estado de equilibrio a otro, pero no nos es de utilidad para la rapidez con que puedan producirse estos cambios. La transferencia de calor complementa la primera y la segunda ley de la termodinámica, proporcionando los modos de análisis que pueden emplear para pronosticar esta velocidad de transferencia de calor. (Holman, 1998)

2.6.4. Transferencia de calor por convección

Cuando un sólido húmedo se pone en contacto con una corriente de aire caliente. El aire caliente sirve para transferir calor al sólidos así poder eliminar el agua que contiene la

partícula. (Nonhebel, 2002) El proceso resultante de intercambio de energía térmica se denomina “transferencia de calor por convección”. (Nonhebel, 2002)

Hay dos tipos de procesos de convección: libre o natural y convección o forzada.

La convección libre o natural, consiste en el movimiento del fluido que resulta de los cambios de la densidad en la proximidad de la superficie de la transferencia de calor provocado por el proceso de calentamiento. (Holman, 1998)

En un segundo caso, cuando una fuerza motriz del exterior, como por ejemplo el viento, el flujo de aire sobre una superficie que se encuentra a diferente temperatura se crea a una convección forzada, ya que a causa de un incremento de la velocidad del aire se transfiere una cantidad mayor de calor. (Holman, 1998)

2.6.5. Transferencia de calor por radiación

La energía que se forma por la transmisión de calor por radiación, se llama ondas electromagnéticas, que viajan a la velocidad de la luz y se transportan de una superficie a otra en línea recta, sin ningún medio físico que les ayude a transmitirse. (Wilson, 2003)

La energía que produce una superficie que irradia calor, depende de su temperatura y de cómo este conformada su superficie natural. Una radiación perfecta (cuerpo negro) produce la cantidad de energía radiante en su superficie por unidad en tiempo q_r conformada la ecuación 2:

$$q_r = \sigma AT^4 \quad \text{Ecu (2)}$$

$\sigma = \text{Constante de Stefan – Boltzman}$

$$\sigma = 5.67 * \frac{10^{-8}W}{m^2K^4}$$

2.6.6. Transferencia de masa

Son unos de los experimentos básicos que se dan al abrir un frasco y que en su interior haya algún líquido volátil como por ejemplo un perfume, podremos olerlo rápidamente en un lugar cerrado. Manifestamos que las moléculas del líquido después de evaporarse se dispersan por el aire, distribuyéndose en todo el espacio cerrado, así mismo, pasaría en un vaso de agua si se añade terrones de azúcar, las moléculas de sacarosa se esparcen por toda el agua. Estos dos ejemplos y experimentos más, demuestran el fenómeno de difusión y la distribución espacial de moléculas que no son homogéneas.

La transferencia de masa va de la mano de la dinámica del sistema en la que se lleva a cabo y existen dos tipos que son:

2.6.6.1. Convectiva

Es la transferencia de masa que se debe al movimiento de fluidos. Ocurre que en el movimiento se realiza en dos formas, de régimen laminar o turbulento y molecular:

2.6.6.2. Régimen laminar

Es recomendable en todo proceso, resolver el balance de masa que es la que establece la cantidad y flujo de corriente implicado y sus composiciones. En un balance de materia se necesita de un conocimiento extenso en el manejo de unidades de concentración, para en todo tipo de proceso proponer dos tipos de balance.

- Balance total de las corrientes involucradas.
- Balance de componente (balances que se implican en el proceso)

2.6.6.3. Molecular o difusión ordinaria

El transporte molecular se puede determinar como el desplazamiento (o transferencia), de moléculas individuales a través de un fluido que por medio de las transferencias desordenadas e individuales de estas, se producen debido a una desigualdad de

concentraciones. El transporte de moléculas puede ser de dos formas fluidos estancados y fluidos en movimiento.

Las moléculas se trasladan en trayectorias al azar o aleatorias como se muestra en figura 2.14. En la figura se muestra el proceso de la transferencia molecular.

Se pone en claro que la trayectoria desordenada la molécula (A) sigue una trayectoria de difusión del punto (1) al (2) a través de las moléculas (B). si la molécula (A) fuera de mayor número en el punto (1) con respecto al punto (2) se desplazarían de una manera aleatoria en ambas direcciones, hay más moléculas de (A) desplazándose de abajo hacia arriba (1) a (2) que de arriba hacia abajo (2) a(1).

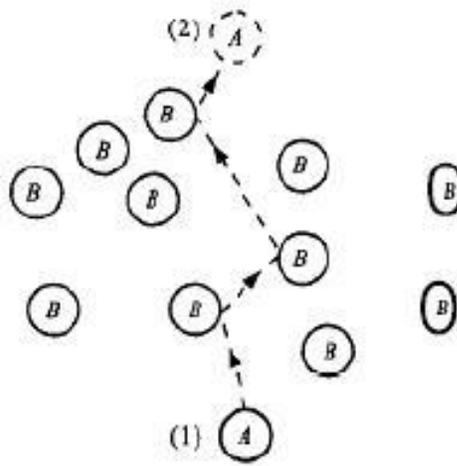


Figura 2.14. Diagrama esquemático del proceso de difusión molecular
Fuente: Física Moderna (2004)

2.6.6.4. Difusión molecular en sólidos

En todo estudio que se realice u observemos el movimiento molecular en estado sólido, la interpretación de transferencia de masa se separa o divide automáticamente en dos campos de mucho interés:

- La difusión líquidos o gases en los poros del sólido.
- La interdifusión que contribuyen los sólidos por el medio de desplazamiento atómico.

2.6.6.5. La difusión de gases o líquidos en los poros del sólido

La propagación en los poros se puede trasladar por medio de tres mecanismos o más:

- Difusión de Fick: si los gases particularmente son densos y los poros grandes, la transmisión de masa se llevará por este medio.
- Difusión Knudsen: En este caso el tamaño de los poros son pequeños por lo que la difusión y trayectoria media libre de moléculas es mayor que el diámetro del poro del catalizador; se producirán choques principalmente entre las paredes del poro y las moléculas de gas y no entre las moléculas como tiene que ser. Esta difusión depende de la velocidad del radio del poro y moléculas.

Difusión Knudsen se expresa en la ecuación 3 de un poro circular con un radio R_a

$$(D_k)_A = 9.70 * 10^3 R_a \left(\frac{T}{M_a}\right)^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ecua (3)}$$

Dado:

$(D_k)_{A,=}$ está en cm^2/s

R_a = está en cm .

T = en grados kelvin

Difusión superficial: Ésta difusión tendrá lugar cuando las moléculas que se han adsorbido, son transportados a lo largo de la superficie, dando como resultado de un gradiente bidimensional desconcentración superficial. En esta difusión superficial las moléculas una vez adsorbidas se podrán transportar por desorción en el espacio poroso o por migración a un punto lejano en la superficie.

El auto difusión de los constituyentes de los sólidos por medio del movimiento atómico. Un ejemplo, es el fortalecimiento del acero por lo que sería la difusión del carbono y otros elementos en el hierro en lo cual existen varios mecanismos autónomos de difusión por los que se difunden los átomos. Se muestra en la Figura 2.15. (d)

Difusión por vacantes: Nos indica que compromete la sustitución de átomos, cuando un átomo desocupa su lugar en la red para llenar la vacante cercana. (designa un nuevo lugar vacío en su lugar inicial en la red) Se presentará un descenso de átomos y vacantes. Se muestra en la Figura 2.15. (a)

Difusión intersticial: cuándo se mueve un átomo de una grieta a otra. En este caso se requiere de espacios vacíos para llevarse a cabo. Se dan oportunidades de que un átomo sustitucional deje su lugar en la red normal y se mueva a una grieta más pequeña. Se muestra en la Figura 2.15. (b)

Difusión intersticial desajustada: es poco frecuente, esto se debe a que el átomo no se ajusta o acopla fácilmente en la grieta ya que es más reducida. Se muestra en la Figura 2.15. (c)

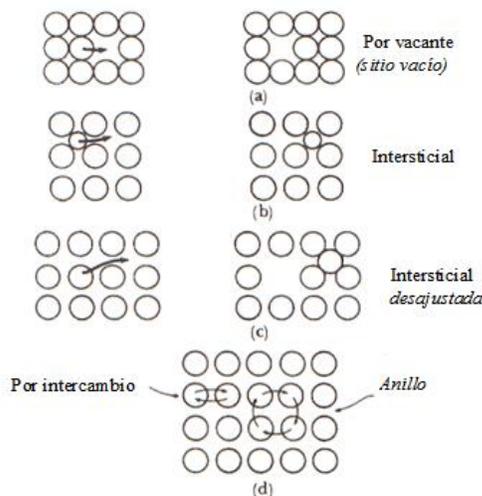


Figura 2.15. La difusión. Movimiento de los átomos.
Fuente: R. Askeland.

2.7. Métodos de secado

Un proceso de secado en un descripción general, es la eliminación de sustancias volátiles (humedad) que nos servirá para producir un producto ya sea sólido o bien seco. La humedad se nos presenta como una solución líquida, dentro del sólido es decir, en lo

más pequeño del mismo en palabras técnicas, microestructura del mismo. Cuando un sólido húmedo es sometido a un secado térmico, van a ocurrir dos procesos simultáneamente que son:

1. Habrá transferencia de energía (es decir el calor comúnmente) de los alrededores, para evaporar la humedad que está en la superficie
2. Habrá una transmisión de la humedad interna hacia el área del sólido.

En el desarrollo actúan las condiciones internas del sólido ya que el desplazamiento de humedad dentro de este (el sólido), será una actividad de la naturaleza física dentro del sólido, su contenido de humedad y la temperatura. En la ejecución de secado, me señala la velocidad de secado.

Terminado un proceso de fermentación es necesario someterlo al proceso de secado, el cual consiste en reducir la humedad con que el grano sale con un contenido de humedad final, la cual es máxima del 7%, que sería la aceptable durante la fase de comercialización para que el grano pueda ser comercializado, esto va a permitir la buena calidad del grano y que no haya aparición de hongos.

El proceso de secado con respecto al cacao según El Departamento de Ingeniería Agrícola en Colombia, que ha hecho una investigación que trata sobre el desarrollo del secado con la finalidad de disminuir esos riesgos de deterioración de los granos después de que se hace la cosecha, con el cual la investigación que hizo este departamento sobre la determinación de los parámetros de secado del cacao que es la primordial finalidad ya que se haya sobre la determinación de aquellos parámetros que son: el calor específico, calor latente de vaporización, isotermas de humedad de equilibrio y las curvas de secado en capa delgada, con el cual esto interviene con el modelo de secado de Thompson que simula el proceso real con ahorro de tiempo y dinero. También con este proceso se caracteriza los parámetros del producto que son forma, tamaño, peso y peso específico.

Con el cual por medio de este proceso se puede sacar los siguientes objetivos:

- Determinación experimental de las principales propiedades físicas del cacao y su relación matemática con la variación del contenido de humedad del producto.
- Determinación experimental de las principales propiedades térmicas del cacao y su relación matemática con la variación del contenido de humedad del producto.
- Determinación experimental de las isotermas de humedad de equilibrio y obtención de la ecuación matemática que rige su comportamiento.
- Determinación experimental de las curvas de secado en capa delgada y obtención de la ecuación que las caracteriza.
- Secado experimental del cacao y comparación de los resultados con los obtenidos de la simulación matemática del proceso.

En el proceso un factor crítico que podemos considerar es la humedad de aire, ya que a medida que va eliminando el agua de los sólidos, el aire aumenta en el contenido de humedad, por esta razón se puede decir que no es recomendable remover grandes cantidades de vapor de agua en el aire, ya que este aire seco va a deshidratar la superficie de los granos y esto expone la superficie a quemaduras.

De esta manera si no hay un debido control con respecto a la humedad, no será posible mantener una velocidad de secado simultáneamente; es decir constante, con el objetivo primordial de disminuir el tiempo de secado en una etapa del proceso.

2.7.1. Secado natural

El secado natural es la circulación del aire de secado, es la acción de los vientos y la energía para la evaporación de la humedad, esto proviene de la capacidad de secado de aire y de la influencia de la energía solar. Existen algunos métodos simples para el secado natural y que han sido demostrados en América Latina por los agricultores. La utilización de uno de ellos depende del clima, su costo bajo y que los materiales de su construcción se encuentre fácilmente en la localidad.

2.7.2. Secado artificial

Para lo que es el secado artificial de granos existen básicamente dos métodos:

El que usa altas temperaturas que van entre 45 y 120° C o más en diferentes casos. Y el que utiliza bajas temperaturas con o sin calentamiento adicional del aire de secado.

El secado es un desarrollo de gran eficacia energética con el cual se alcanza un resultado final de óptima calidad en el momento que se realiza en forma adecuada, porque la temperatura solo se ampliará en pocos grados sumas arriba de la temperatura ambiente.

Las preocupaciones del secado en bajas temperatura es la deterioración del producto debido al tiempo que se requiere para el secado.

El secado artificial a altas temperaturas es más rápido sin embargo la eficiencia energética es menor.

2.7.3. Tipos de secadores artificiales

Los secadores se dividen en dos grandes grupos; los directos y los indirectos. Ambos se encuentran a su vez subdivididos en continuos y por lotes.

Dentro de los secadores continuos directos encontramos los de bandeja, de material dosificado en una capa, de transportador neumático, rotatorios por aspersion, de circulación directa, de túnel y de lecho fluídizado.

Como secadores directos por lotes encontramos a los de circulación directa, de bandejas y compartimentos de lecho fluidizado.

En el grupo de los continuos directos existen secadores de cilindro, de tambor, de transportador de tornillo, de tubo de vapor, de bandejas vibradoras, tipos especiales y, finalmente, se encuentran dentro de los secadores indirectos por lotes, los siguientes;

secadores de espas agitadas, secadores por congelación, secadores rotatorios al vacío y secadores de bandeja al vacío.

2.7.3.1. Secadores directos

La transferencia de calor para el secamiento se alcanza por contacto directo entre los sólidos húmedos y los gases calientes. El líquido vaporizado se empuja con el medio de secamiento; es decir, con los gases calientes. Los secadores directos se llaman también secadores por convección.

2.7.3.2. Secadores directos continuos

La ejecución es continua sin suspensiones, en tanto se distribuye la alimentación húmeda. Es cierto que cualquier secador continuo puede desempeñarse de manera intermitente o por lotes, si así se desea.

2.7.3.3. Secadores de cabina o bandeja

Se lo conoce como secador de anaqueles, de compartimientos o gabinete. Su función depende de que la velocidad del aire que rodea todo el material que se está secando sea de manera uniforme y que el mantenimiento de su temperatura sea constante. Ver figura 2.16.



Figura 2.16. Secador de bandeja
Fuente: <http://www.apicultura-apijuneda.com>

2.7.3.4. Secadores de transportador neumático

En esta clase de proceso la deshidratación se realiza frecuentemente junto con el proceso de trituración. El cacao circula dentro de gases a temperatura y velocidad elevada hasta un tanque de ciclón. Ver figura 2.17.

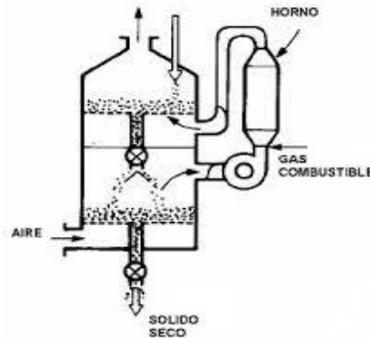


Figura 2.17. Secador Transportador Neumático
Fuente: <https://opb1c2010.wordpress.com>

2.7.3.5. Secadores rotatorios

El aire caliente fluye y se esparce a lo largo del cilindro rotando en forma paralela de igual manera como se puede observar en la figura. Ver figura 2.18.



Figura 2.18. Secador Rotatorio
Fuente: <https://www.slag-mill.com>

2.7.3.6. Secadores por aspersión

En este proceso por el cual su alimentación debe desintegrarse por medio de una boquilla o un anillo centrífugo ver Figura 2.19.



Figura 2.19. Secador por Aspersión
Fuente: <http://spanish.alibaba.com/m>

2.7.3.7. Secadores de túnel

El material instalado en carreta se traslada a través de un túnel en contacto con gases calientes. Para lograr la deshidratación del grano, éste se ubica en carretillas, las cuales son trasladadas por medio de un conducto con fluido caliente. Ver Figura 2.20.



Figura 2.20. Secador de túnel
Fuente: www.diariodeciencias.com.ar

2.7.3.8. Secador de tambor

Es un cilindro metálico rotatorio el cual se calienta intrínsecamente con gas, se hunde en un recipiente el elemento que se va a secar; una lámina fina se inmoviliza sobre el espacio del cilindro. El grosor de la lámina se regulariza por medio de un cuchillo distribuidor, al momento que va girando el cilindro, la humedad se vaporiza en el aire

que está rodeado mediante el calor traspasado por medio del metal del cilindro. El grano se separa ininterrumpidamente del área del cilindro mediante un cuchillo. Ver Figura 2.21.



Figura 2.21. Secador de Tambor
Fuente: [http:// http://www.inning.cl/](http://www.inning.cl/)

2.7.3.9. Secadores indirectos

Es la transferencia de calor al sólido húmedo por la conductividad de las paredes, la mayoría de veces son metálicas. Los niveles de temperatura varían dependiendo del tipo de combustible para calentar el metal y que llegue al sólido húmedo. Los distintos tipos de calentadores indirectos van desde fluidos calientes hasta combustible con combustión. El tiempo de secado depende del contacto del sólido y la superficie caliente.

CAPÍTULO 3

DISEÑO Y CONSTRUCCIÓN

3.1. Diseño y construcción mecánica

El proceso de investigación emplea la observación en la recolección de datos, de la variedad de cacao que se cosecha en Ecuador, como son; forastero, trinitario, y criollo o llamado nacional, después de analizarlos nos llevan a determinar los parámetros de diseño. Empieza con un análisis de termodinámica y de transferencia de calor. Además se seleccionan los distintos componentes de medición de flujo y de encendido que entran a operar en la cámara de combustión.

El objetivo del diseño y construcción de un intercambiador de calor tiene para este caso que implementar un sistema de secado con tambor rotatorio por lotes, los granos que entran con humedad son movidos o elevados continuamente por la rotación del cilindro de secado, dejándolo caer como cortinaje a través de una corriente de aire caliente que pasa a lo largo del secador. Para la construcción se seleccionan los materiales adecuados, para poder secar dos quintales de granos de cacao húmedos al día, que es lo que produce una cosecha mínima de un pequeño agricultor.

3.2. Análisis de los parámetros para el secador de granos

La construcción del prototipo se basa a los siguientes parámetros de análisis:

- Características del sólido
- Propiedades de aire suministrado al sistema
- Resultado de las pruebas realizadas.

3.2.1. Características del sólido, cacao.

3.2.1.1. Densidad del cacao

La densidad es una propiedad general de todas las sustancias. No obstante su valor es específico para cada sustancia, lo cual permite identificarla o diferenciarla de otras. La

densidad es una propiedad intensiva y su valor depende de la temperatura y de la presión. Se define como la masa de una sustancia presente en la unidad de volumen. Se acostumbra a expresar la densidad de los líquidos y sólidos en g/ml o g/cm³.

$$d = \frac{m}{v} \quad \text{Ecu (4)}$$

En los datos obtenidos en el Anexo 1, se detalla la densidad por el método de la probeta, que consiste en sumergir el grano con cuidado y completamente en la probeta que contiene un volumen exacto de agua destilada.

3.2.1.2. Humedad del cacao

Se diseñó un prototipo de baja potencia, que permita el secado a un bajo costo y de manera rápida, con los requisitos de operación adecuados temperatura conveniente de secado que va de los 50° a 60°, y que así pueda servir para una correcta deshidratación de la pepa de cacao y la norma mínima de humedad para su almacenamiento, el que será determinado o ensayado de acuerdo a los establecido en el Anexo 2.

Enfocado de forma útil la construcción del secador, hacia el pequeño agricultor, de fácil movilidad y uso. El objetivo principal es el tener un secado del cacao en un porcentaje de humedad mínimo del 7%.

3.2.1.3. Característica del aire

Los parámetros del aire suministrado por el ventilador centrífugo a la cámara de calentamiento son: presión, temperatura, viscosidad, densidad; estas variaran en función de donde se realice el secado, influyen directamente en el tiempo y la calidad de secado del grano de cacao, llamado sistema alimentador de aire ambiente hacia el calentador y lo observamos en el Anexo 3.

3.3. Sistema de calentamiento

La unidad de secado de la Figura. 3.1. tiene el volumen de secar 200 kg de cacao húmedo, está formado por un ventilador centrífugo que esta acoplado a la cámara de

calentamiento (de acero inoxidable), constituyendo el sistema de calentamiento, y éste a su vez al ducto de distribuidor de aire que hacen llegar el flujo de aire caliente a la cámara de secado, las dimensiones y formas que componen cada uno de las partes del secador, además de llevar su respectivo tablero de control, se procederán a montar en una estructura metálica. Se detallan las unidades a continuación:

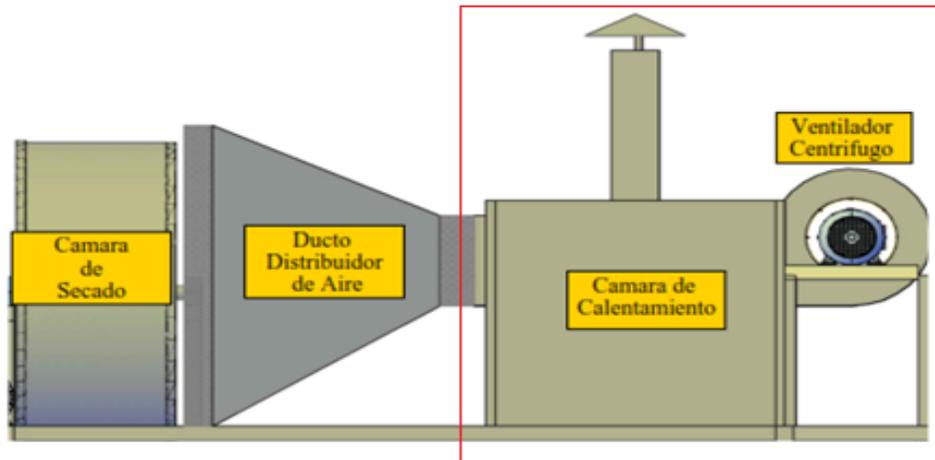


Figura. 3.1. Unidad de Secado. Sistema de calentamiento.
Fuente: Los autores

3.4. Estructura

La estructura está diseñada para soportar el conjunto de cargas y acoplarse a las cargas funcionales y las acciones externas que pueden ser de distintos tipos.

El elemento principal de la estructura es la base de tubo cuadrado de 50x50x2mm, acoplado para soporte las cargas del tablero, ventilador centrífugo, cámara de calentamiento, ducto de aire y cámara de secado y garantizar una estabilidad en el momento de la vibración que genera el motor del ventilador.

Las dimensiones de la estructura son. Figura. 3.2.

Ancho: 800mm

Largo: 3000mm

Altura: 650mm

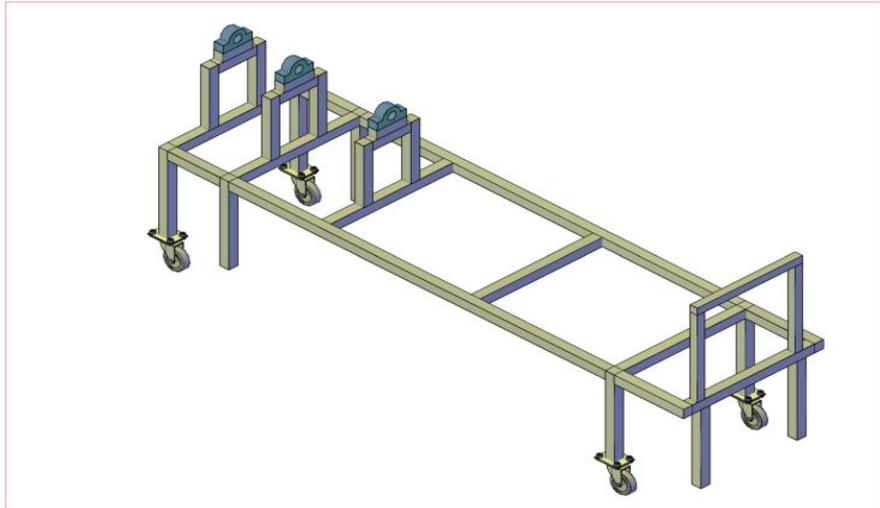


Figura. 3.2. Estructura del Secador.
Fuente: Los autores

3.5. Sistema de calentamiento de aire

Está conformado por el ventilador centrífugo y la cámara de calentamiento, uno genera y el otro impulsa aire caliente al ducto de secado.

3.5.1. Ventilador centrífugo

El Ventilador Centrífugo es una máquina que genera una transmisión de energía para mantener un flujo de aire continuo. Tiene acoplado un motor trifásico de marca ABB, Figura 3.3. cuyas características técnicas están detalladas en la Tabla 3.1.



Figura. 3.3 Motor Trifásico.
Fuente: Los autores

El ventilador centrífugo tiene una trayectoria de flujo que mantiene la dirección del eje de rotación en la entrada y perpendicular a la salida del mismo. El aire de salida es llevado por la forma de caracol y la fuerza de los álabes curvados hacia adelante. El equipo posee un alto rendimiento, para girar en altas velocidades y con un control de velocidades comandado por el variador de frecuencia.

Tabla 3.1. Características técnicas del motor trifásico

Magnitud	Valores	Unidad
Velocidad	1140	RPM
Corriente	3,27	Amp.
Potencia	0,75	Hp
Voltaje de operación	230	Vac
Frecuencia	60	Hz

Nota: Datos tomados de la placa del motor
Fuente: Los autores

Son de poco espacio. Como se muestra en la Figura. 3.4. los álabes curvados van hacia adelante o también nombrados jaula de ardilla poseen una hélice con álabes que se curvan en su mismo eje de giro.



Figura. 3.4. Ventilador Centrífugo
Fuente: Los autores

Para calcular el flujo de aire que se va inyectar a la cámara de secado utilizamos la ecuación 5, dado que los datos de la velocidad que se obtiene del motor vienen dados en

RPM y para emplear la ecuación 5 la velocidad del aire debemos utilizar la ecuación 2, así obtenemos el caudal en m³/s.

$$Q_s = V_s * A \quad \text{Ecua (5)}$$

$$V_s = W * r \quad \text{Ecua (6)}$$

Dado que:

- V_s Velocidad lineal en m/s
- W Velocidad angular en rad/s
- r Radio de la circunferencia.
- A Área de salida del ducto en m.
- Q_s Caudal en m³/s

Para calcular el flujo que se requiere en la máquina emplearemos los datos de la Tabla 3.2.

Tabla 3.2. Datos para calcular el caudal de aire del ventilador

Magnitud	Valores	Valores
Frecuencia	40 Hz	50 Hz
Velocidad angular en rpm	742 rpm	928 rpm
Velocidad angular en rad/s	38,86 rad/s	48,61 rad/s
Radio del ventilador	0,15 m.	
Área del ducto. 0.30 x 0.30 m.	0,09 m	

Nota: Datos tomados desde el visualizador táctil y medida de la máquina

Fuente: Los autores

Aplicando la ecuación 5 y 6 se calcula el caudal de aire para 40Hz y 50 Hz del variador que controla el ventilador centrífugo.

$$V_s = W * r = 38.86 \frac{rad}{s} * 0.15m = 5.83 \frac{m^2}{s}$$

$$Q_s = V_s * A = 5.83 \frac{m^2}{s} * 0.09m = 0.52 \frac{m^3}{s}$$

Calculo a 50Hz:

$$V_s = W * r = 48.61 \frac{rad}{s} * 0.15m = 7.29 \frac{m^2}{s}$$

$$Q_s = V_s * A = 7.29 \frac{m^2}{s} = 0.09m = 0.66 \frac{m^3}{s}$$

3.5.2. Cámara de calentamiento

Para lograr el secado del grano de cacao en menor tiempo, y que se mantenga una temperatura adecuada dentro del sistema, la cámara de calentamiento que controla el factor temperatura es la formada de una lámina de acero con un espesor de 2 mm, de forma de un ducto cuadrado apreciado en la Figura 3.5. con 3 difusores de plancha soldadas en su interior, con separación de 180 mm, podrá recibir energía en forma de calor, dicha lámina absorbe el calor para luego transmitirlo y de esta forma expandir hacia los difusores. El medidor de flujo de gas, Alicat Scientific, MC-50SLPM-D-DB15/5M, ubicado a un lado de la cámara es quien controla la temperatura.

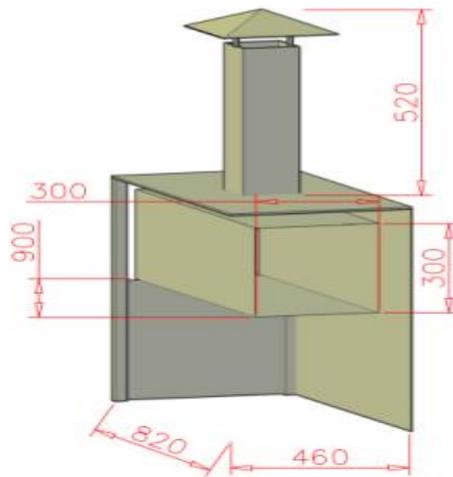


Figura. 3.5. Cámara de Calentamiento. (mm)

Fuente: Los autores

La función básica es de una caldera de calefacción, está formada por un cámara que genera combustión, y por la superficie de intercambio más los difusores en su interior se realiza la transferencia de calor al flujo de aire que pasa en su interior.

Bajo la superficie de la cámara de calentamiento están instalados de manera horizontal tres quemadores tipo flautas que van a generar las llamas por medio de la combustión

de gas natural. Figura. 3.6. Se requiere combustible gaseoso, llamado gas natural que permite mantener un sistema de transmisión de energía continuo para generar calor.



Figura. 3.6. Quemadores tipo Flauta
Fuente: Los autores

Se procedió a elegir dos quemadores tipo flauta porcelanizado de 37 cm de longitud Figura 3.7., y un quemador tipo flauta de 47 cm de longitud Figura. 3.8., que cumplen las siguientes funciones: mantener constante caudal y permitir su regulación, estabilidad de llama, dar a las llamas el volumen adecuado de acuerdo a la cámara de calentamiento. La llama debe ser estable, no desprenderse del quemador ni extenderse en su interior. Para fijar la velocidad de salida a la relación velocidad de propagación de la llama necesaria para distribuir el caudal de llama sobre el ducto, empleamos el medidor de flujos.



Figura. 3.7. Quemador tipo flauta porcelanizado.
Fuente: <http://www.moragas.com.mx/catalogo/producto>

Como observamos en la tabla 3.3., el rendimiento de un tanque de gas de 15 kg es: Cada 8 horas de funcionamiento del sistema de calentamiento de aire nos produce 2 quintales de granos con una humedad de 7% a una temperatura promedio de 60°. Por lo tanto el tanque de gas nos produce 6 quintales de granos.

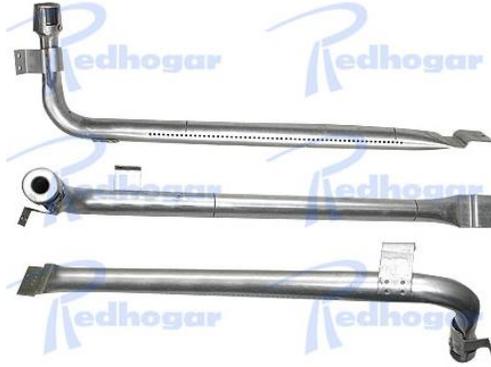


Figura. 3.8. Quemador tipo flauta porcelanizado.
Fuente: www.redhogar.com.mx/refaccion.

Tabla 3.3. Rendimiento del sistema de combustión

Fecha/ Hora	Combustión	Humedad	Grano	Temperatura	Fecha/Hora	Horas	Humedad
26/02/2015 08:h00	5 k gas	50%	2 qq	60°	26/02/2015	8 Horas	7%
16:h00					continuas		

Nota: 5 kilos de gas en 8 horas continuas produce 2 quintales de granos con una humedad del 7%

Fuente: Los Autores

3.5.3. Aislamiento térmico

La cámara de calentamiento de acuerdo a su temperatura requiere de un excelente sistema de aislamiento térmico y esto se logra empleando los productos de lana de vidrio, ver Figura 3.9., que no retienen agua, su estructura de fibras cruzadas desordenadas y a la porosidad abierta permite que el aire quede retenido en el interior de sus poros, logrando poca conductividad, originando una capacidad como aislamiento térmico. Brindando seguridad frente al fuego. Su instalación en el ducto lo podemos observar en la Figura 3.10.



Figura. 3.9. Lana de Vidrio
Fuente: www.calorcol.com.co

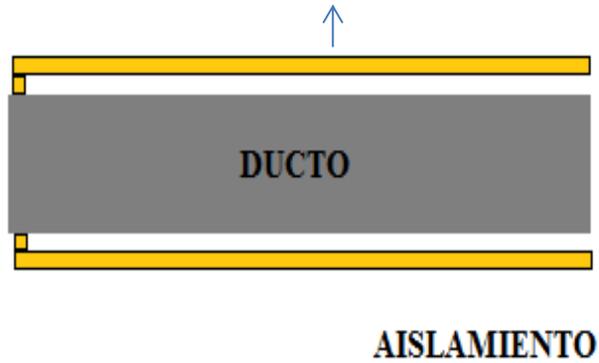


Figura. 3.10. Aislamiento del Ducto.
Fuente: Los autores

3.5.4. Unidad de encendido de la cámara de calentamiento

La unidad de encendido se acopla al lado izquierdo y cerca de la cámara de calentamiento, tiene un encendido electrónico de marca Orbis Longvie Domec, Figura 3.11., en su interior tiene un generador chispa de 120 V con 4 salidas. La alimentación de la unidad de encendido consta de la acometida eléctrica 120 V para el sistema, y un comando de la salida del PLC manda a cerrar un contacto y el encendido se produce por la chispa eléctrica producida en su interior mediante un electrodo ubicado en el propio quemador. Figura 3.12.



Figura 3.11. Unidad de encendido.
Fuente: Los autores



Figura 3.12. Ubicación del electrodo
Fuente: Los autores

3.6. Ducto distribuidor de aire

El ducto de aire, Figura. 3.13., es un cono cuadrado, construido con láminas galvanizadas de acero 0,05 mm acoplada mediante remaches, los cortes y medidas fueron acoplados; primero a la salida del ducto que tiene un flujo de aire caliente generado por la cámara de calentamiento, y segundo distribuye este flujo a la cámara de secado.

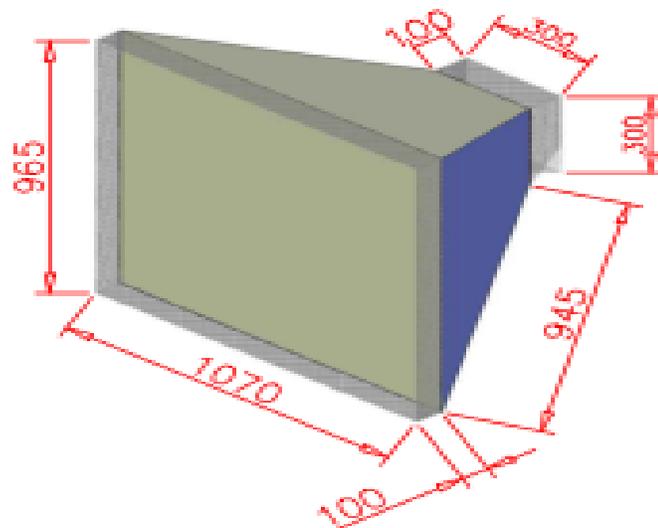


Figura. 3.13. Ducto distribuidor de aire. Dimensiones (mm)
Fuente: Los autores

3.7. Cámara de secado

Para la construcción de la cámara de secado, Figura 3.14., se tiene como importante tener un grano de cacao que se pueda almacenar, con la garantía y seguridad que no sea afectado por los hongos debido a un mal secado del grano, es ineludible tener un contenido de humedad del 7 % como ya se lo mencionó en capítulos anteriores. Teniendo en cuenta de que el grano de cacao mediante el proceso de secado tiene una transformación química y física, cuando pasa por los días de fermentación. El proceso de esta etapa culmina con su oxidación y transformación del color violeta a marrón, que se encuentra en el corazón del grano llamado polifenol.



Figura 3.14. Cámara de secado.
Fuente: Los autores

Las dimensiones de la cámara de secado, Figura 3.15. se basaron para el volumen de 200kg. de grano de cacao en el cilindro o también en si es necesaria la utilización de una parte del mismo. Lo recomendable es que el cacao solo debe ocupar la mitad del volumen del tambor o cilindro para que la otra mitad sirva para el flujo de aire.

Se seleccionó un tambor rotatorio para dar movimiento a los granos de cacao, en el proceso el secado en su interior mueve la masa de granos de cacao con frecuencia, para evitar que se peguen unos a otros, se construye paletas que se encuentran en su interior como se muestra en la Figura.3.16., de esta forma se distribuye el calor y se realiza el secado de forma uniforme.

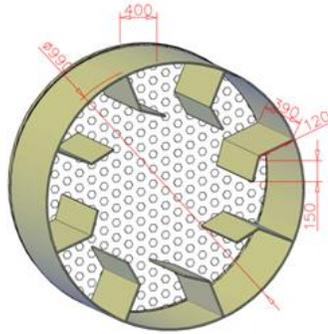


Figura 3.15. Medidas de la cámara de secado.
Fuente: Los autores



Figura 3.16. Diseño de álabes. Paletas
Fuente: Los autores

El cilindro se lo diseñó con láminas de acero inoxidable que son muy utilizadas en las industrias, para productos químicos, combustibles pesados y especialmente en la industria alimenticia y como soporte se utilizaron dos ángulos de hierro de 30x30mm dándole una forma redonda al soporte del cilindro de acero. Para cubrir los laterales del cilindro utilizamos una plancha de acero inoxidable perforada, de 3mm cortadas según medida de diseño. Más la estructura del soporte para que el cilindro pueda rotar, ver Figura. 3.17.



Figura 3.17. Estructura constructiva
Fuente: Los autores

3.7.1. Dispositivos elevadores de grano

Los elevadores están colocados en el interior de la cámara de secado, su funcionamiento consiste en mover los granos, para que no se pegue dentro del cilindro.

El movimiento de elevación actúa de tal manera de que los granos caigan en forma de cortina que ocupa toda la cámara con la finalidad que mantenga el contacto uniforme con el aire caliente que pasa por su interior. El ángulo de inclinación es de 90° , Figura 3.18. (a) y la punta de 45° , Figura 3.18. (b)

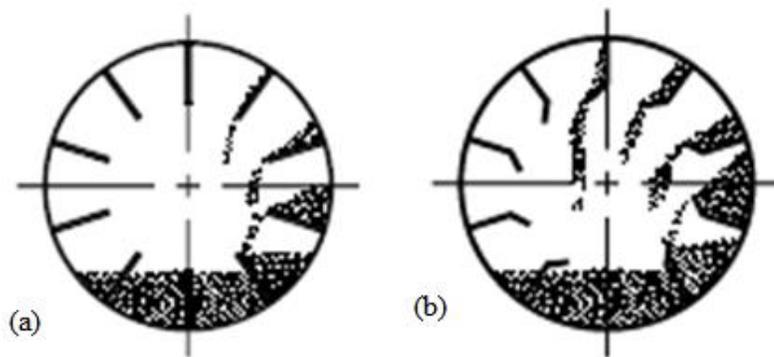


Figura 3.18. Elevadores. (a) Inclinación 90° . (b) Inclinación 45°
Fuente: Los autores

El eje se elabora de una barra de acero inoxidable de forma redonda de 1000 mm de largo con un diámetro de 20mm., que es el eje principal donde se encuentra soldada la estructura del cilindro giratorio y fijado con las chumaceras que van a dar la movilidad de giro, es una pieza metálica con muesca en la que descansa. Resistente al calor y al agua; por lo tanto puede trabajar en áreas de alta humedad, esto lo podemos observar en la Figura 3.19.



Figura. 3.19. Eje y chumaceras.
Fuente: Los autores

Las chumaceras o soportes de rodamiento son utilizados para fijar en su interior el eje principal, los cuales van a transmitir su fuerza de rodamiento, muy utilizado para todo tipo de máquinas, tiene la ventaja de auto alinearse, soportar cantidades de pesos y evitar las vibraciones del tanque.

3.7.2. Área del producto en el tambor

Para obtener el volumen del producto en el interior del tambor aplicamos la siguiente ecuación 7:

Datos:

La masa del productor 200Kg.

Peso específico y volumétrico ρ_{cacao} : 900[kg/m³] Húmedo

$$V_{prod.} = \frac{m_{prod.}}{\rho_{prod.}} \quad \text{Ecua (7)}$$

Remplazando valores obtenemos:

$$V_{prod.} = \frac{m_{prod.}}{\rho_{prod.}} = \frac{200Kg}{900 \left[\frac{kg}{m^3} \right]} = 0.222m^2$$

Para obtener el área del producto utilizamos la siguiente ecuación 8:

Lcs (longitud del cilindro)= 0.394 m

$$V_{prod.} = A_{prod.} * Lcs \quad \text{Ecua (8)}$$

Despejando $A_{producto}$ obtenemos:

$$A_{prod.} = \frac{V_{prod.}}{Lcs} = \frac{0.222m^2}{0.394m} = 0,564m^2$$

3.7.3. Diámetro del tambor interior del secador

Para obtener el d_{int} tenemos que despejar la ecuación 9:

$$A_{prod.} = \frac{d_{int}^2 * \pi}{4} \quad \text{Ecua (9)}$$

$$d_{int} = \sqrt{\frac{A_{prod.} * 4}{\pi}} = \sqrt{\frac{0.564 * 4}{\pi}} = 0,846m$$

3.8. Transmisión de movimiento

3.8.1. La velocidad del cilindro

Para cálculo de la inercia del cilindro utilizamos la ecuación 10:

$$I_x = \frac{1}{4}MR^2 + \frac{1}{3}ML^2 \quad \text{Ecu (10)}$$

$$I_x = \frac{1}{4}200\text{Kg}(0.45\text{m})^2 + \frac{1}{3}200\text{Kg}(0.40\text{m})^2$$

$$I_x = 20.79 \text{ Kg m}^2$$

Para cálculo de la inercia de las paletas utilizamos la ecuación 11:

$$I = \frac{b \times h^3}{12} \quad \text{Ecu (11)}$$

$$I = \frac{(0.12\text{m}) \times (0.39\text{m})^3}{12}$$

$$I = 5.9310^{-5} \text{ m}^4$$

Para cálculo de la inercia del cacao utilizamos la ecuación 12:

$$I_x = \frac{m \times d^2}{16} \quad \text{Ecu (12)}$$

$$I_x = \frac{200\text{kg} \times 0.40^2}{16}$$

$$I_x = 2 \text{ Kg m}^2$$

Relación de transmisión la calculamos con la ecuación 13 y teniendo los siguientes datos:

Velocidad motor = 1300 rpm – 22Hz

Diámetro patea motriz = 6 cm

Diámetro patea conducida = 25 cm

$$n_1 \cdot d_1 = N_2 \cdot D_2 \quad \text{Ecu (13)}$$

n_1 = Polea motriz [rpm]

d_1 = Diámetro polea motriz

N_2 = Polea conducida

D_2 = Diámetro polea conducida

$$1300 \text{ rpm} \cdot 6 \text{ cm} = N_2 \cdot 25 \text{ cm}$$

$$N_2 = \frac{1300 \text{ rpm} \cdot 6 \text{ cm}}{25 \text{ cm}}$$

$$N_2 = 312 \text{ rpm}$$

Relación de transmisión del reductor es:

$$i = \frac{1}{40} \frac{312 \text{ rpm}}{40} = 7,8 \text{ rpm}$$

Para calcular la relación de transmisión reductor – tambor se utiliza la ecuación anterior:

Diámetro polea motriz = 7,5 cm

Diámetro polea conducida = 27 cm

$$n_1 \cdot d_1 = N_2 \cdot D_2$$

$$7,8 \text{ rpm} \cdot 7,5 \text{ cm} = N_2 \cdot 27 \text{ cm}$$

$$N_2 = \frac{7,8 \text{ rpm} \cdot 7,5 \text{ cm}}{27 \text{ cm}}$$

$$N_2 = 2.16 \text{ rpm en el eje del tambor}$$

3.8.2. Reductor de velocidad

El reductor de velocidad es un equipo mecánico que se utiliza para reducir la velocidad de forma segura, siempre precautelando las condiciones de trabajo las cuales son torque y potencia.

Para determinar el torque requerido T_{req} a la salida del reductor se utiliza la siguiente relación:

MATERIALES ELÉCTRICOS

3.9. Variador de frecuencia

SINAMICS G110 son convertidores de frecuencia para normalizar la velocidad del motor trifásico. Son de fácil montaje, conexión y manejo al momento de programar, tiene un amplio campo de aplicación.

Posee un ahorro de energía cuando las cargas son parciales ya sea en bombas o ventiladores no tiene corriente arranque como en los accionamientos de velocidad fija Figura. 3.20.

Los variadores de frecuencia del ventilador y del motor del secador, reciben del control PLC una señal analógica de 0 a 10 V. para que el variador de frecuencia del ventilador se active a una frecuencia de 40 Hz. y ordena que gire el ventilador centrífugo a 251 rpm, así mismo envía una señal digital, sistema binario 1, al variador de frecuencia del motor del secador para que a 22Hz. active el rotor a 1300 rpm.



Figura. 3.20. Variador de Frecuencia.
Fuente: Los autores

3.9.1. Características

En este caso, se utilizan dos tipos de variadores los cuales corresponden al motor del ventilador que es el constructivo A y para el motor de la cámara de secado es el constructivo B. Ver en Anexo 4.

3.9.2. Configuración de parámetros

Para la configuración de parámetros de los variadores, es necesario ingresar los datos de placas de cada uno de los motores que se van a controlar y para eso tenemos un diagrama de flujo para puesta en servicio de una manera rápida. Ver en Anexo 5.

3.10. Sensor y transmisor de temperatura

Para lograr un proceso de transferencia de flujo de aire caliente uniforme al grano de cacao que tiene humedad, es necesario medir y controlar la temperatura para obtener un sistema de secado. Las termocuplas son el sensor de temperatura, el funcionamiento se basa en los cambios de la resistencia a variaciones de temperatura, los materiales de construcción son conductores como: el platino, cobre, níquel; poseen un coeficiente de temperatura de resistencia, que determina el cambio de la misma en el conductor por grado que cambia su temperatura. Se instaló dos termocuplas tipo J, una en la parte frontal de la cámara de secado donde ingresa el flujo de aire caliente y la segunda en la parte posterior Figura. 3.21. Sus características técnicas están descritas en la Tabla 3.1.



Figura 3.21. Termocuplas tipo J
Fuente: <http://es.rs-online.com/>

Para enviar los datos generados por los sensores se utilizan dos transmisores de temperatura que varían y transforman la resistencia de los datos enviados por los sensores a una señal de salida analógica, sea de 0 a 10V. o de 4 a 20 mA. Esto permite que las señales de medición se transmitan de una manera óptima hacia el PLC y se efectúe un manejo adecuado de control.

Tabla 3.4 Parámetros de la termocuplas

Termocuplas metálicas				
Tipo ANSI-ISA	Combinación de metales	Sensibilidad	Composición química	Rangos de temperatura
J	Hierro/ constantan	5,6 mV/ 100 ° C	Fe 44 Ni:55 Cu	-40 a + 750
K	Cromel/ Almel	3,6 mV/ 100 ° C	90 Ni:9 Cr 94 Ni:Al:Mn:Fe	-40 a +1200
T	Cobre/ constantan	4,5 mV/ 100 ° C	Cu 44 Ni:55 Cu	-50 a + 400
E	Cromel/ constantan	7,9 mV/ 100 ° C	90 Ni:9 Cr 44 Ni:55 Cu	-40 a +900

Nota: Tabla de Termocuplas metálicas

Fuente: Física II Diseños industriales

3.11. Controlador Lógico Programable (PLC S7-1200)

Entre las características principales que tiene este CPU, Figura 3.22., se detalla a continuación: Ver en Anexo 6.

Características

Entradas Digitales

Tipo: Sumidero/Fuente

Tensión nominal: 24 VDC a 4 mA

Salidas Digitales

Tipo: Relé

Rango de voltaje: 5 a 30 VDC o 5 a 250 VAC

Corriente (max.): 2.0 A

Tipo: Fuente

Rango de voltaje: 20.4 a 28.8 VDC

Corriente (max.): 0.5 A

2 entradas analógicas

Tipo: Tensión (unipolares)

Rango: 0 to 10 V

Resolución: 10 bits.



Figura 3.22. Característica del PLC s7-1200
Fuente: Los Autores

3.12. Medidor de flujo de gas

El control se encargará de accionar relés que a su vez permiten la puesta en marcha tanto del quemador como de los motores. Después de energizar el circuito y accionar el interruptor del quemador, se espera que el PLC energice la bobina mv, encargada de cerrar el contacto normalmente abierto asociado a este relé, que a su vez acciona el contactor, con ello se activa el ventilador. De igual forma ocurre con el motor del ventilador, para este caso la secuencia es kmr, kr.

Utilizando un elemento de seguridad como el presóstato, se espera que este detecte el flujo de aire y con ello active kpre; de este modo ha sido alimentada la tarjeta de control del quemador. La tarjeta es la encargada de controlar las electroválvulas de gas, Figura 3.23., principal y gas piloto por medio de un contacto kg1, comandado por el relé, activado por el PLC dentro del ciclo de temperatura. Dicha temperatura es medida por la PT100 (1). En caso de falla en PT100 (1), PT100 (2) toma el valor de temperatura y energiza kal indicando fallo por alta temperatura.



Figura 3.23. Controlador de Flujo
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 4

CONTROL DEL PROCESO

4.1. Requerimientos del sistema

Para el proceso de secado es necesario mantener un control de temperatura adecuado para esto se regulará el flujo de gas mediante un medidor de flujo. Para este proceso se utiliza un PLC con entradas analógicas, las cuales entran información a través de los transmisores de temperatura para que sean procesadas en el control y mandar una orden hacia el regulador de flujo. La visualización e instrumentos, son esenciales para la integración de un sistema de lazo cerrado que pueda controlar de una manera autónoma.

Con la visualización del proceso mediante una pantalla táctil (HMI), el monitoreo y variables del proceso sobre el control de temperatura son una interfaz hombre- máquina y se realizaron las configuraciones de punto de ajuste, monitoreo y sintonización del sistema.

El PLC que va a contener las funciones del control, va a mantener una comunicación e intercambios de todos los datos que se realicen en el proceso sobre el HMI.

El operador de la máquina mantendrá las facilidades adecuadas sobre el HMI, ya sea a la visualización del proceso y señales de alarmas que se produzcan serán procesadas de forma permanente.

4.1.1. PLC Simatic® S7-1200

El controlador lógico programable (PLC) S7-1200, Figura 4.1., es flexible y con la capacidad de controlar diferentes tipos de dispositivos para las múltiples tareas en el área de automatización. Tiene un diseño compacto, configuraciones y variedad de aplicaciones.

El CPU tiene la función de vigilar todas las entradas y para cambiar las salidas de estados, de tal forma que la lógica de programación del usuario, incluya lógicas

booleanas, temporizadores, funciones matemáticas y comunicación con otros equipos. Se expandió un CPU 1212C con cuatro entradas analógicas y dos salidas analógicas.



Figura 4.1. PLC S7-1200
Fuente: Los Autores

4.1.2. Pantalla táctil (HMI)

Interfaz humano-máquina que sirve para dar información del proceso mediante su visualización sobre la pantalla, resistente a ambientes agresivos y sensible al tacto ANEXO 7.

4.2. Diagrama de bloques

La Figura 4.2. Se muestra el diagrama de bloque del sistema de control de temperatura en la cámara de secado funcionando en lazo cerrado.

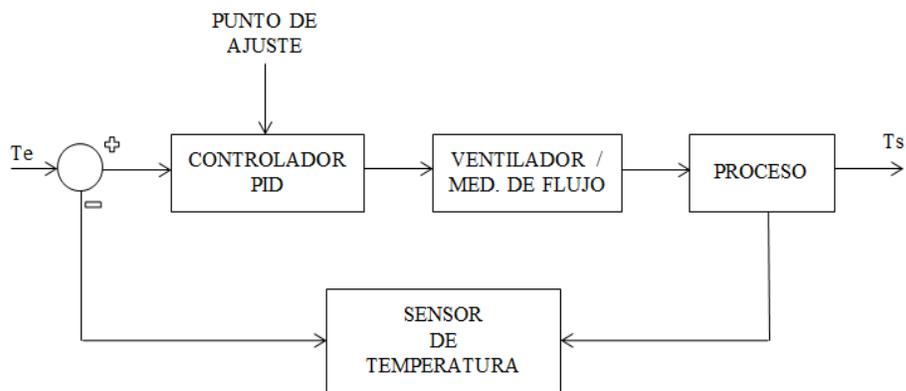


Figura 4.2. Diagrama de bloque del sistema
Fuente: Los Autores

4.3. Diagrama de control

En el flujograma presentado en la Figura.4.3., se muestra de una manera más clara el funcionamiento y tareas que al ejecutarse lleguen a obtener el control de temperatura en la cámara de secado.

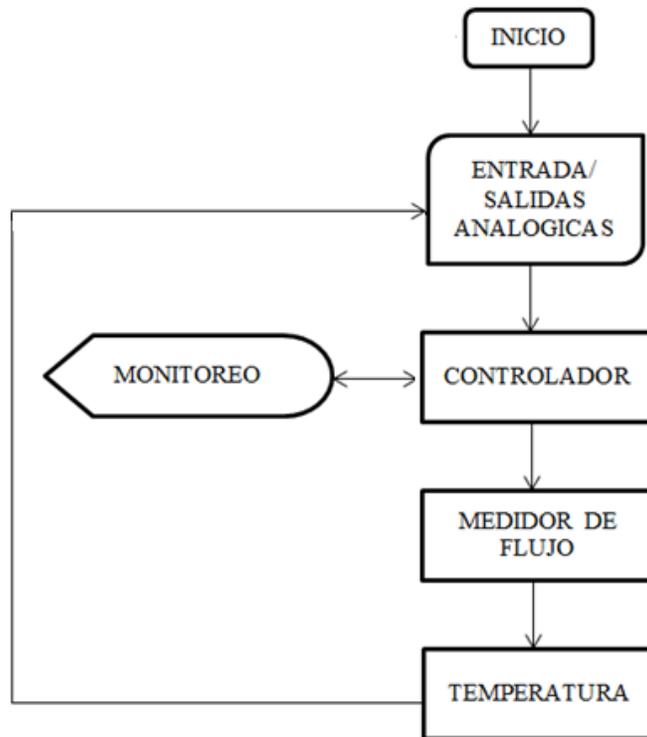


Figura 4.3. Diagrama de flujo del sistema
Fuente: Los Autores

4.4. Creación del control

4.4.1 Software TIA (Totally Integrated Automation)

Software utiliza para realizar las tareas de automatización correspondiente al control de temperatura. TIA PORTAL V13 software que permite programar, revisar, configurar y dar diagnósticos de todos los controladores SIMATIC. Permite un ahorro considerable en el proceso de automatizar. Ver Figura, 4.4.

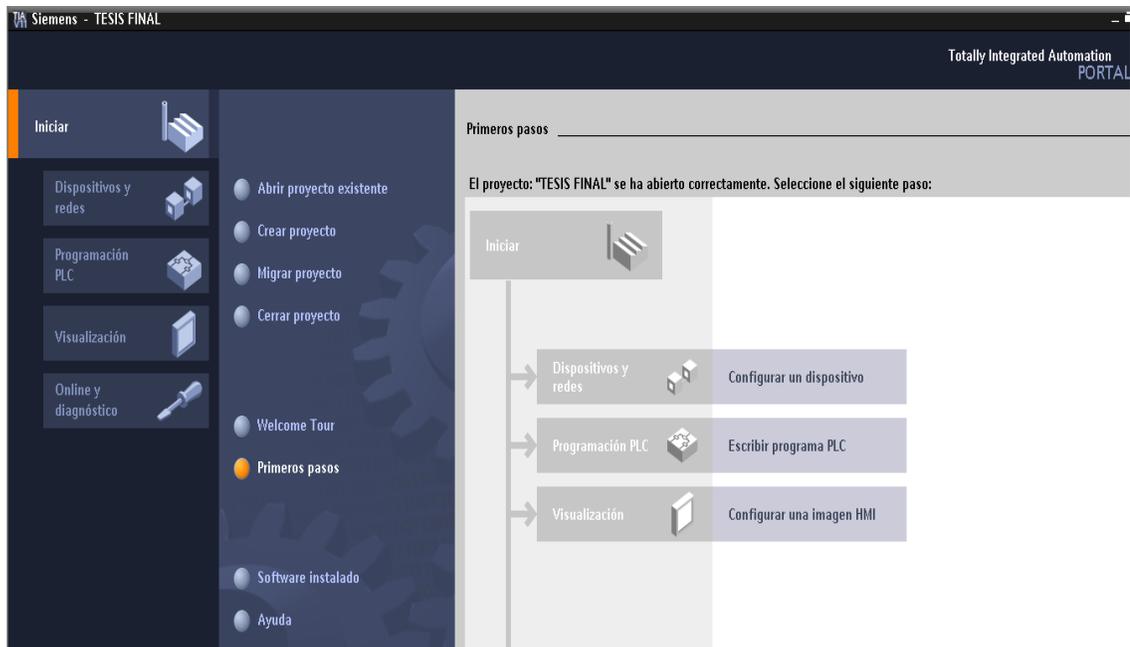


Figura 4.4. Software TIA PORTAL
Fuente: Los Autores

4.4.2. Diseño del control

Diseño del controlador

Para el modelado de sistema se aplica la transformada Laplace de la salida y entrada mediante la ecuación 14 se demuestra la función de transferencia del sistema a controlar.

$$G(s) = \frac{y(s)}{u(s)} = \frac{K_0 e^{-s\tau}}{1 + \gamma s} \quad \text{Ecu (14)}$$

Dado:

- $y(s)$ Transformado de Laplace de la salida del sistema
- $u(s)$ Transformado de Laplace de la entrada del sistema
- k_0 Ganancia o amplificación del sistema para una entrada constante
- τ Es el tiempo que transcurre desde que se provoca un cambio en la entrada hasta cuando se refleja a la salida
- γ Es el tiempo característico del sistema de primer orden.

Ziegler y Nichols, en Ogata (2004) describen la regla para afinar los controladores PID, con fundamento a una respuesta experimental se lo define mediante métodos. En el primer método la respuesta de la planta se la obtiene experimentalmente mediante una entrada escalón, Figura 4.5., y si la respuesta no tiene oscilación y posee un retardo en donde se forma la s , para obtener los parámetro del PID. Figura 4.6.

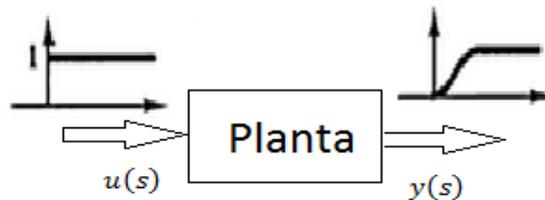


Figura 4.5. Respuesta a un escalón unitario de la planta.
Fuente: Ogata (2004)

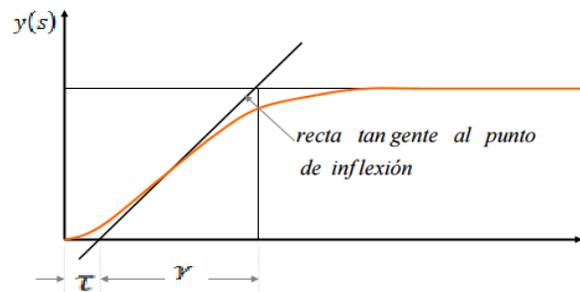


Figura 4.6. Curva de respuesta en S
Fuente: Ogata (2004)

En García (2003) se propone establecer los valores para k_0 , T_i y T_d según los datos de la tabla 4.1., con estos datos definimos el controlador de la planta.

Tabla 4.1. Parámetro de los controladores según la curva de reacción de Ziegler-Nichols

Tipo de Controlador	k_p	T_i	T_d
P	$\frac{\gamma_0}{k_0 \tau_0}$	∞	0
PI	$\frac{0.9 \gamma_0}{k_0 \tau_0}$	$3\tau_0$	0
PID	$\frac{1.2 \gamma_0}{k_0 \tau_0}$	$2\tau_0$	$0.5\tau_0$

Nota: En la presente tabla describimos las fórmulas para determinar los parámetros para el cálculo del control PID, PI y P.
Fuentes: Ogata (2004)

Según L. Smith, propone que el cálculo de los valores de τ_0 y γ_0 deben ser seleccionado a partir de dos puntos Tabla 4.2., estos puntos deben concordar con la pendiente de la figura 4.6.

Tabla 4.2. Datos para los cálculos de los parámetros P, PI, PID

Parámetros	valor	unidad
t_0	0	seg
t_1	39	seg
t_2	501	seg
u_0	7	SLPM
u_1	8	SLPM
y_0	53	°C
y_1	56	°C

Notas: Se describen los datos para calcular los controles PID, PI, P
Fuente: Autores.

Aplicando la ecuaciones 15, 16 y 17 calcularemos los valores k_p , τ_0 y γ_0 , seleccionando los datos de la Tabla 4:

$$k_0 = \frac{y_1 - y_0}{u_1 - u_0} \quad \text{Ecua (15)}$$

$$\tau_0 = t_1 - t_0 \quad \text{Ecua (16)}$$

$$\gamma_0 = t_2 - t_1 \quad \text{Ecua (17)}$$

$$k_0 = \frac{y_1 - y_0}{u_1 - u_0} = \frac{56 - 53}{8 - 7} = 3$$

$$\tau_0 = t_1 - t_0 = 39 - 0 = 39$$

$$\gamma_0 = t_2 - t_1 = 501 - 39 = 462$$

Aplicando la ecuación 14, obtenemos la función de transferencia de la planta:

$$G(s) = \frac{K_0 e^{-s\tau}}{1 + \gamma s} = \frac{3e^{-39s}}{1 + 462s}$$

Entonces los valores de k_p , lo obtenemos mediante la ecuación 18 para el controlador P:

$$k_p = \frac{\gamma_0}{k_0 \tau_0} \quad \text{Ecua (18)}$$

$$k_p = \frac{\gamma_0}{k_0 \tau_0} = \frac{462}{3(39)} = 3.95$$

Entonces los valores de k_p y T_i lo obtenemos mediante la ecuación 19 y 20 para el controlador PI:

$$k_p = \frac{0.9 \gamma_0}{k_0 \tau_0} \quad \text{Ecua (19)}$$

$$T_i = 3\tau_0 \quad \text{Ecua (20)}$$

$$k_p = \frac{0.9 \gamma_0}{k_0 \tau_0} = \frac{0.9(462)}{3(39)} = 3.55$$

$$T_i = 3\tau_0 = 3(39) = 117$$

Entonces los valores de k_p , T_i y T_d lo obtenemos mediante la ecuación 21, 22 y 23 para el controlador PID:

$$k_p = \frac{1.2 \gamma_0}{k_0 \tau_0} \quad \text{Ecua (21)}$$

$$T_i = 2\tau_0 \quad \text{Ecua (22)}$$

$$T_d = 0.5\tau_0 \quad \text{Ecua (23)}$$

$$k_p = \frac{1.2 \gamma_0}{k_0 \tau_0} = \frac{1.2(462)}{3(39)} = 4.74$$

$$T_i = 2\tau_0 = 2(39) = 78$$

$$T_d = 0.5\tau_0 = 0.5(39) = 19.5$$

2.3 Esquema de bloque del control de temperatura

El control PID, se muestra según la Figura 4.7. el diagrama de flujo del controlador.

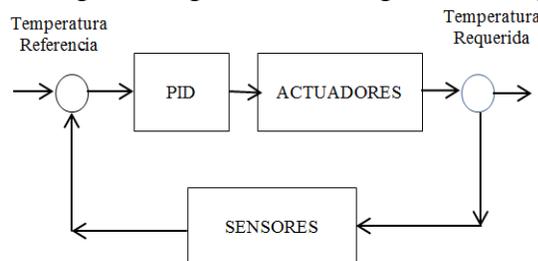


Figura 4.7. Controlador PID del sistema.
Fuente: Autores.

4.4.2.1. Configuración del S7-1200

Mediante el T.I.A Portal, software de programación, utilizado para realizar la programación de PID del flujo de gas, y control de la temperatura, para establecer el tiempo, de secado del cacao. La programación en el T.I.A. porta se basa en la combinación del lenguaje KOP y de bloques. En los ANEXO 8 se describe y visualiza la programación de cada proceso y sección.

4.3.2.2. Configuración de la pantalla táctil

El diagrama de bloques de la conexión de la pantalla táctil al PLC y energización.

La configuración inicial de la pantalla táctil es:

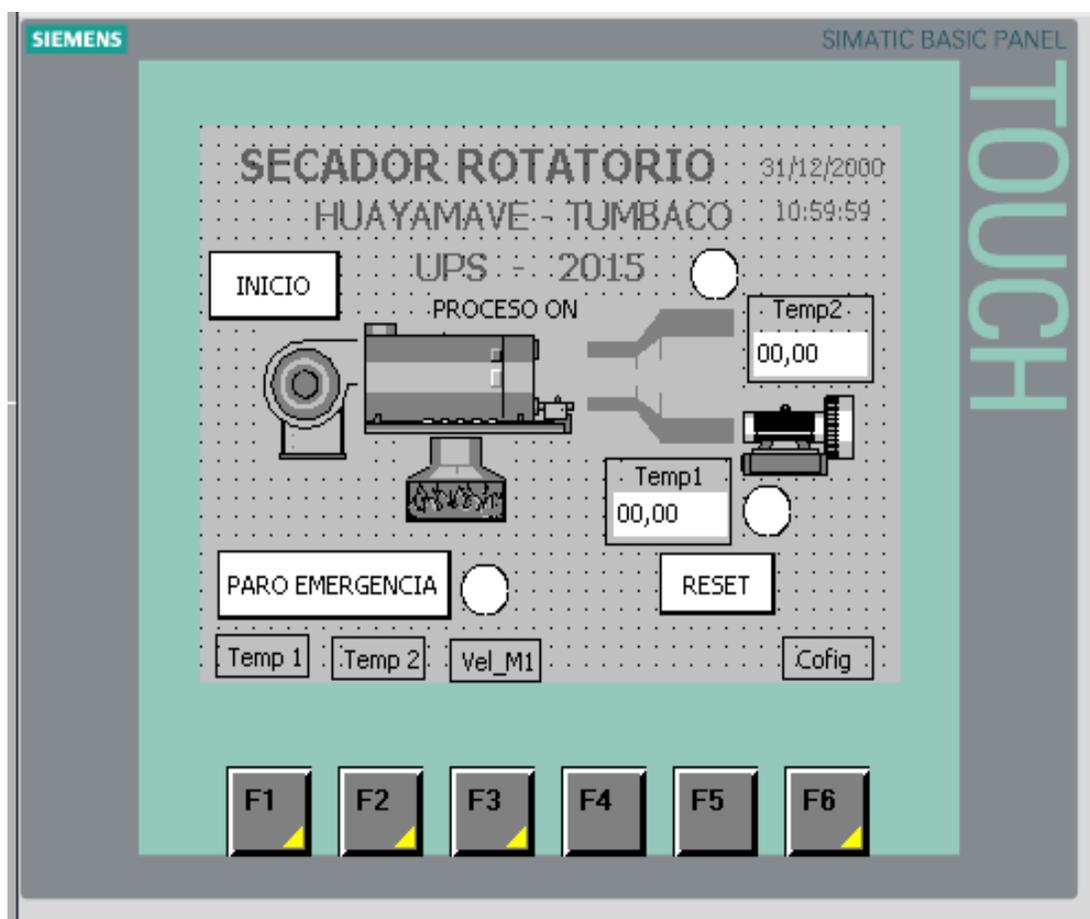


Figura 4.8. Configuración de Inicio



Figura 4.9. Configuración pantalla de setPoint

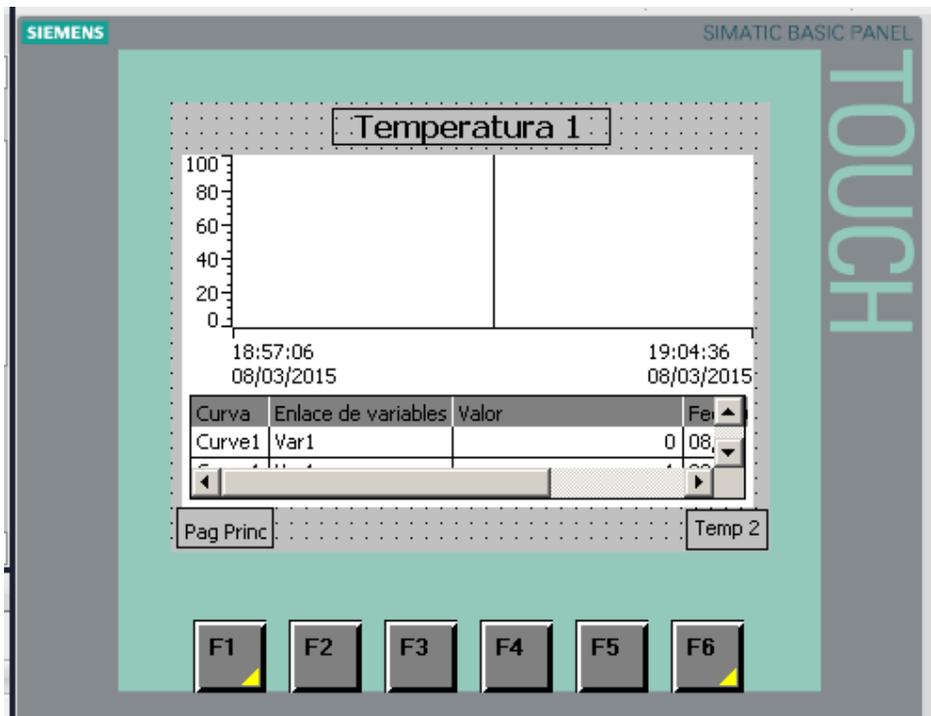


Figura 4.10. Configuración de visualizador datos de termocupla 1

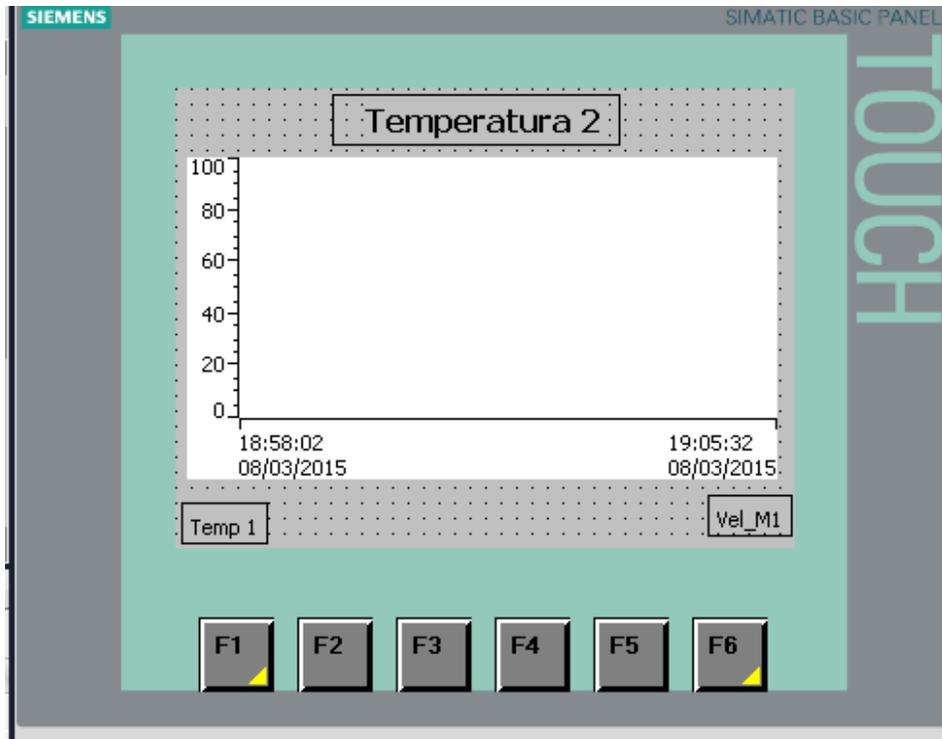


Figura 4.11. Configuración de visualizador datos de termocupla2

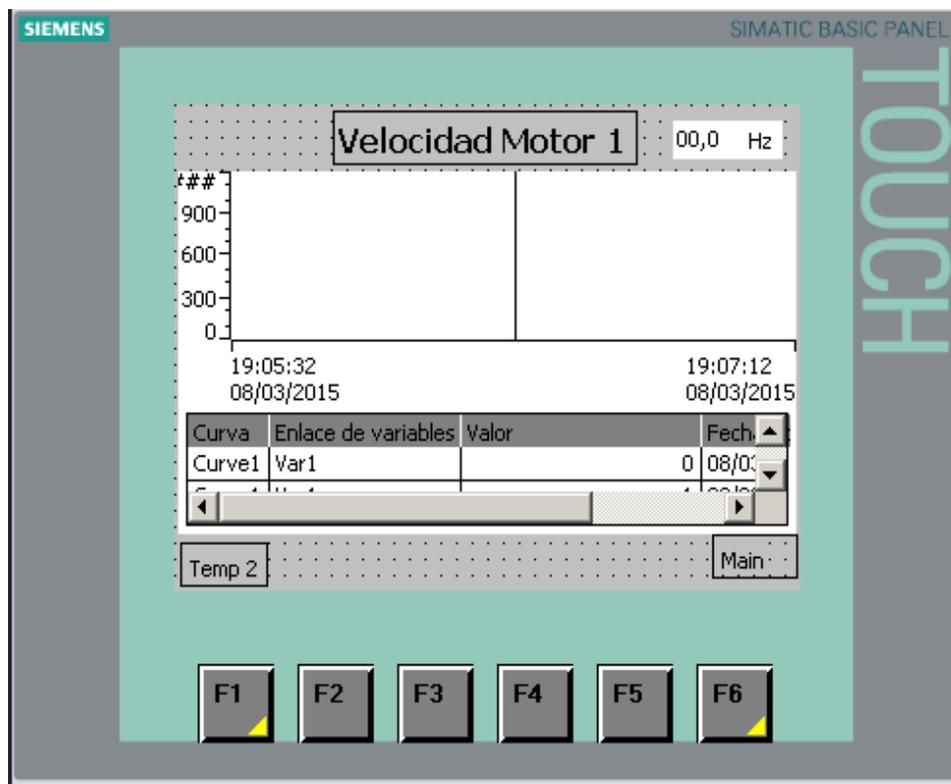


Figura 4.12. Configuración de visualizador velocidad motor1

4.4. Especificaciones del problema

En la secadora de cacao se obtiene la elevación de temperatura mediante unos quemadores que funcionan con gas doméstico.

En la Figura 4.13., se muestra las necesidades que se cubrirá dentro del sistema y se planteará solución mediante los controladores destinados para este proyecto.

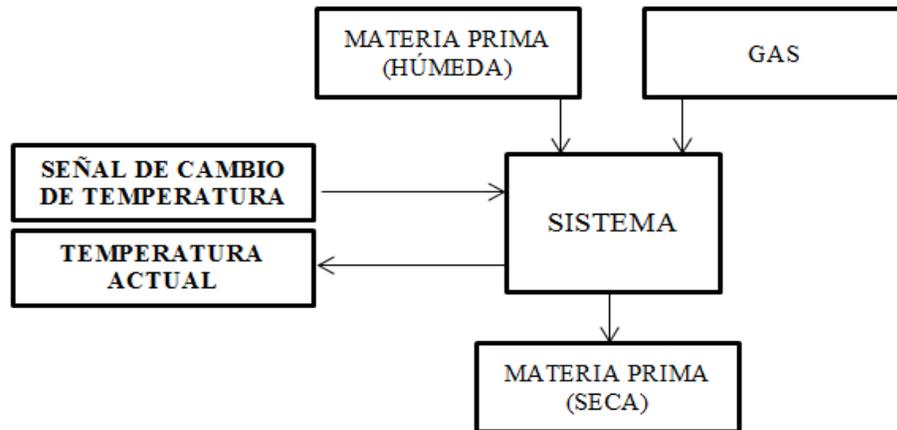


Figura 4.13. Planteamiento del problema
Fuente: Los Autores

Se ha dividido en dos partes las necesidades a cubrir en el proyecto:

- Leer la temperatura actual del sistema, y;
- Provocar el aumento o disminución de temperatura.

4.4. Solución del problema

Para solucionar las necesidades planteadas en el sistema, se realizaron los trabajos en dos partes:

- Temperatura Actual. Mediante las termocuplas

Se utilizan dos termocuplas ubicadas en dos puntos de interés dentro del sistema. La señal de estas termocuplas son leídas mediante el PLC y este dato se envía mediante comunicación Ethernet al panel táctil, en donde se podrá visualizar.

- Temperatura Actual. Mediante la pantalla táctil

Se selecciona mediante la pantalla táctil, aumento o disminución de temperatura, éste a su vez le envía estos datos al PLC mediante comunicación Ethernet.

El PLC convierte este dato que representa el aumento o disminución de la temperatura en grados a su equivalente en litros por minuto, dato analógico que se le enviará al controlador ALICAT.

EL ALICAT utilizará este dato análogo como la referencia para llegar mediante el lazo de control PID que maneja el paso de gas propano a las flautas de los quemadores; es decir, permitirá aumentar o disminuir el paso del gas provocando de esta manera aumentar o disminuir la temperatura.

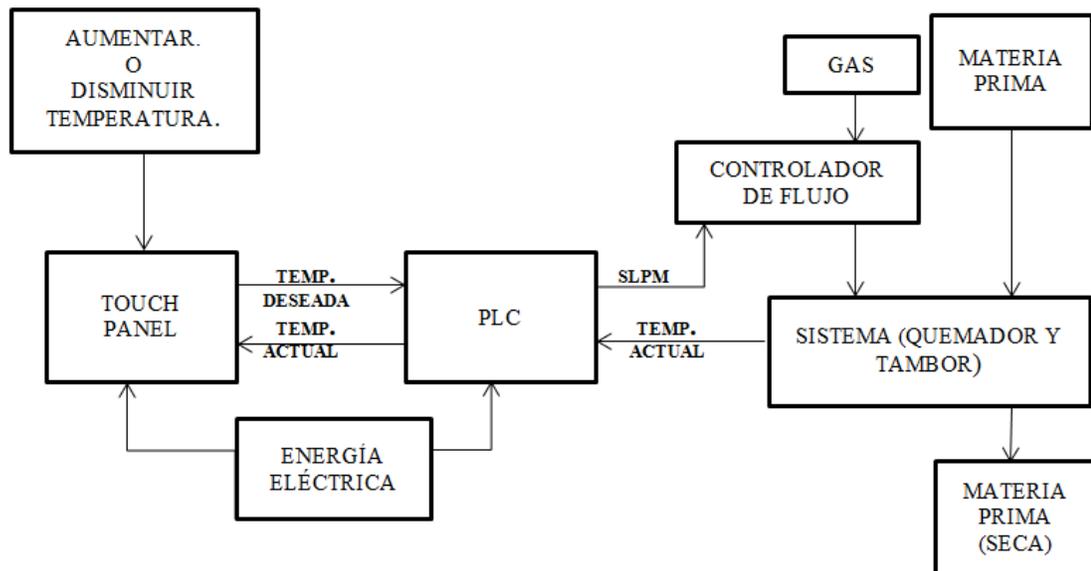


Figura 4.14. Diagrama de Flujo de la Planta (Secadora)
Fuente: Los Autores

CAPÍTULO 5

MANUAL DE USUARIO

El presente manual está elaborado para dirigir la correcta operación de la secadora. Esta máquina nos permite secar el Theobroma (cacao) de entre diez a doce horas de trabajo continuo, mediante un intercambio de calor en un sistema rotatorio.

Este documento contiene información de desmontaje, traslado, instalación, operación y el mantenimiento de cada uno de los equipos instalado. Para garantizar la vida útil de la máquina, se debe leer todas las instrucciones de este manual y documentos relacionados. El mantenimiento y la revisión deben ser realizados únicamente por personal calificado y con experiencia.

Este manual incluye prevenciones de seguridad para preservar al personal de mantenimiento e impedir daños a la máquina. Se clasifican en Aviso y Precauciones, según su influencia en la seguridad. Además, las informaciones complementarias se describen como nota, para el correcto uso y mantenimiento de la máquina.

5.1. Partes y accesorios

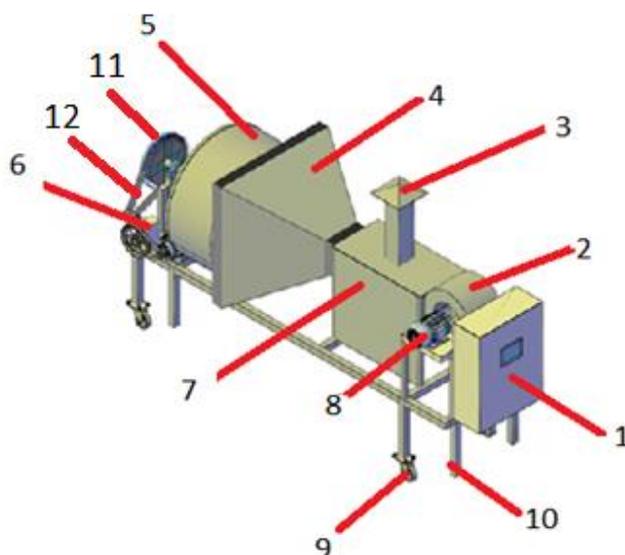


Figura 5.1. Parte constructiva de la máquina (Secadora)
Fuente: Los Autores

La máquina secadora de cacao está compuesta de las siguientes partes y accesorios:

1. Gabinete de control eléctrico,
2. Ventilador centrífugo,
3. Chimenea,
4. Ducto de aire caliente,
5. Cámara de secado,
6. Motor reductor de la cámara de secado,
7. Cámara de Combustión,
8. Motor del ventilador centrífugo,
9. Rodamiento,
10. Estructura metálica,
11. Polea, y;
12. Banda.

5.2. Recomendaciones generales

1. Le recomendamos que para la instalación de la secadora solicite los servicios de personal calificado.
2. No instale la secadora en un lugar en donde este expuesto a la humedad.
3. Este lugar debe ser suficientemente amplio que le permita poder manipular el producto y los equipos de la máquina.
4. Mantenga los alrededores de la máquina libres de materias combustibles, como gasolina y otros vapores inflamables.
5. El suministro de GLP tiene que estar distanciado y en un lugar donde exista una buena ventilación.

5.3. Instrucciones de seguridad

La ejecución de las operaciones, procedimientos de mantenimiento y otros procesos de manipulación de la máquina puede ser peligrosa o perjudicial, si no se lleva las debidas precauciones de seguridad correctas. Ningún procedimiento de seguridad garantiza la seguridad plena del individuo; manténgase siempre alerta.

5.4. Instrucción de instalación

Para la correcta instalación del sistema eléctrico y del sistema de flujo del GLP, se detallan las siguientes recomendaciones:

1. Cierre el suministro de GLP del inmueble y déjelo cerrado hasta que se termine la instalación del equipo.
2. Instale una válvula de paso manual a la línea principal de gas en un lugar de fácil acceso, fuera de la estructura de la máquina y asegúrese que todos los que vayan a usarla sepan dónde, cuándo y cómo manejar esta llave.
3. Conecte la válvula de paso con cañería de 3/8" o 9.5mm.
4. Conecte todos los quemadores a la cañería de 3/8".
5. Cuando haya realizado todas las conexiones, asegúrese que no exista fuga de GLP, teniendo el controlador desactivado y abra la llave principal del suministro de GLP.
6. Asegúrese que exista una toma de tierra adecuada, antes de poner en marcha la secadora.
7. Asegúrese que el nivel de voltaje de alimentación sea el adecuado para la máquina (240V/60Hz).
8. Asegúrese que la alimentación eléctrica de la máquina este protegida por un disyuntor de 2P-30A.
9. Asegúrese que la línea de alimentación sea cable concéntrico 3x12 o un similar.
10. No trate de remover los terminales de la clavija de alimentación eléctrica.
11. No instale otro aparato eléctrico al mismo tiempo, pudiendo provocar variaciones de voltaje.

5.5. Herramientas y materiales necesarios

5.5.1. Herramientas para mantenimiento eléctrico

Entre las herramientas que se utilizan en un mantenimiento eléctrico mencionaremos a continuación las principales: Ver Figura 5.2.

5.5.1.1. Multímetro

Se lo denomina como un instrumento electrónico para el uso de mediciones de magnitudes eléctricas activas como corrientes, voltajes, potenciales o pasivas como capacitancia y resistencias.

5.5.1.2. Juego de cables (para pruebas)

Se lo denomina cable por ser un medio conductor que da paso a la corriente, el cual está recubierto por un material aislante o protector.

5.5.1.3. Corta frío

Es denominada como una herramienta que se usa para realizar cortes a materiales metálicos, como los conductores eléctricos.

5.5.1.4. Alicata

El alicate en el área eléctrica cumple con varias funciones como: cortar, trenzar, apretar, etc. a los conductores eléctricos.

5.5.1.5. Juego de destornilladores

Es una herramienta que es utilizada para apretar y aflojar tornillos, por lo general en área de electricidad se usan dos tipos de destornilladores: estrella y plano.

5.5.1.6. Juego de llaves de corona

Se denomina a una serie de herramientas de metal para sujetar y aflojar elementos desmontables (tuercas).

5.5.1.7. Brocha

Es usada para brindar un mantenimiento preventivo a equipos y máquinas eléctricas.



Figura 5.2. Herramienta de mantenimiento eléctrico

Fuente: http://www.vulka.es/empresa/nogalnova-s.l-pcnova.es-_737018.html

5.5.2. Materiales de mantenimiento eléctrico

5.5.2.1. Limpia contacto

Lo utilizamos para eliminar la condensación y la humedad, limpia aceite, grasa y suciedad en tableros de circuitos, contactos eléctricos, interruptores, etc.

5.5.2.2. Lubricantes

Los utilizamos para lubricar los rodamientos de los motores y las chumaceras, también identificados como agentes semifluidos con propiedades de lubricación que ayudan a mejorar el funcionamiento mecánico.

5.5.2.3. Pañuelos

El pañuelo Figura 5.3., está compuesto de algodón y es hecho a mano. Gracias a su fineza es perfecto para áreas delicadas y no raya. Es muy absorbente y se usa especialmente para el área de pintura o mueblería, para limpieza de los equipos.



Figura 5.3. Pañuelo de Algodón Blanco
Fuente: <http://negociacionalsita.com/>

5.6. Requisitos eléctricos

A nivel industrial, podemos encontrar distintos dispositivos eléctricos que dan el paso a la corriente eléctrica y aviso mediante señalización, dado al funcionamiento de equipos y maquinas eléctricas, aquellos elementos tienden a tener una trayectoria muy útil en el área, pero pueden perder su eficiencia y son revisadas por motivos tales como desgaste de piezas, limpieza, reparación y rotura.

Es muy importante tener la instrucción adecuada para cada dispositivo y elemento que se ha implantado en las máquinas, para poder brindar un efectivo tratamiento.

Hay una gama de elementos eléctricos que suelen ser utilizados y muy conocidos a nivel industrial. Para este proyecto se utiliza: variadores, termocuplas, pulsadores, panel táctil (HMI), traductores, disyuntores, cables, conectores, etc.

Para que un elemento tienda a dar un buen funcionamiento depende del estado en el que se encuentre. El estado de indisponibilidad de un elemento es afectado por factores que impiden su uso, tales como: falta de piezas o que no exista pieza similar. Cuando un elemento está listo para proseguir su fase de funcionamiento en un determinado tiempo, se lo conoce como estado de funcionamiento del elemento pero en ocasiones nos encontramos con una incapacidad externa, lo que significa que la pieza del elemento

requiere una instalación por el fabricante, en que puede ser o no establecido para que pueda desarrollar su función como elemento.

5.7. Requisitos en cuanto al suministro de gas

Para el suministro de GLP, en un domicilio o industria se tiene que cumplir con los requisitos establecidos en las normas INEN, de los cuales detallaremos algunos:

1. Es necesaria que todas las operaciones relacionadas con la instalación sean realizadas por un instalador autorizado o experimentado.
2. Comprobar que la conexión del equipo, este reglada para el tipo de gas a suministrar.
3. Los cilindros que contengan GLP deben cumplir con los requisitos establecidos por las normas INEN 111.
4. Las válvulas utilizadas en los cilindros deben cumplir con los requisitos establecidos en la norma INEN 116

5.7.1. Conexiones del gas

La conexión del sistema de gas para la secadora, se lo realiza mediante manguera flexible teniendo en cuenta las siguientes condiciones o pasos:

1. Cerrar la llave de alimentación del inmueble y no abrirla hasta finalizar la instalación.
2. La conexión debe realizarse mediante manguera flexible que cumpla con las normas establecidas, para el suministro de gas.
3. Suavizar los extremos de la manguera con agua caliente.

4. Conecte un extremo de la manguera a la toma de gas del medidor de flujo digital ubicado en el lado derecho del tablero de control. Ver la Figura 5.4.



Figura 5.4. Conexión de manguera de gas en el flujómetro. Entrada y salida
Fuente: Los Autores

5. A la salida del medidor de Flujo digital, conecte un extremo de otra manguera, y en los quemadores, conecte el extremo como se ve en la Figura 5.5.



Figura 5.5 Conexión a los quemadores
Fuente: Los Autores

6. Conecte el otro extremo de la manguera al regulador de baja presión el cual está conectado al cilindro de gas.

5.8. Instalación eléctrica

Según las normas INEN, en las instalaciones eléctricas y gas licuado de petróleo, se deben considerar varios procedimientos y cumplir con las normas establecidas para su correcta instalación y utilización.

1. Identificar el nivel de voltaje del punto de alimentación (Caja de breaker), próximo a la máquina y cerciorarse que sea el estipulado en las placas de los equipos instalados.
2. Verifique el estado del disyuntor y la conexión del tierra y neutro al punto correcto.
3. Identificar el breaker que alimenta a la máquina marcándolo con el nombre correspondiente.
4. Energice la máquina después de haber realizado los pasos anteriores.

5.8.1. Conexiones del cable de alimentación

La alimentación eléctrica de la secadora, Figura 5.6., está constituida por un conjunto de dispositivos que se detalla a continuación:



Figura 5.6. Alimentación eléctrica
Fuente: Los Autores

1. El disyuntor de 2P-30A, es un dispositivo de protección termo-magnético capaz de abrir o cerrar un circuito eléctrico, en el momento que exista una variación en la red eléctrica.
2. El tomacorriente tipo Clavija de 30A, se lo utiliza para acoplar mediante conexiones externas las máquinas móviles.

3. El conductor que se utiliza es un concéntrico 3x12 o similar, que soporta hasta 600V, tiene un doble aislamiento que soporta hasta 60°C y su fabricación concéntrica impide las conexiones clandestinas.

5.9. Instrucciones de funcionamiento

5.9.1. Explicación del panel de control

El panel de control, Figura 5.7., está constituido de los siguientes comandos:

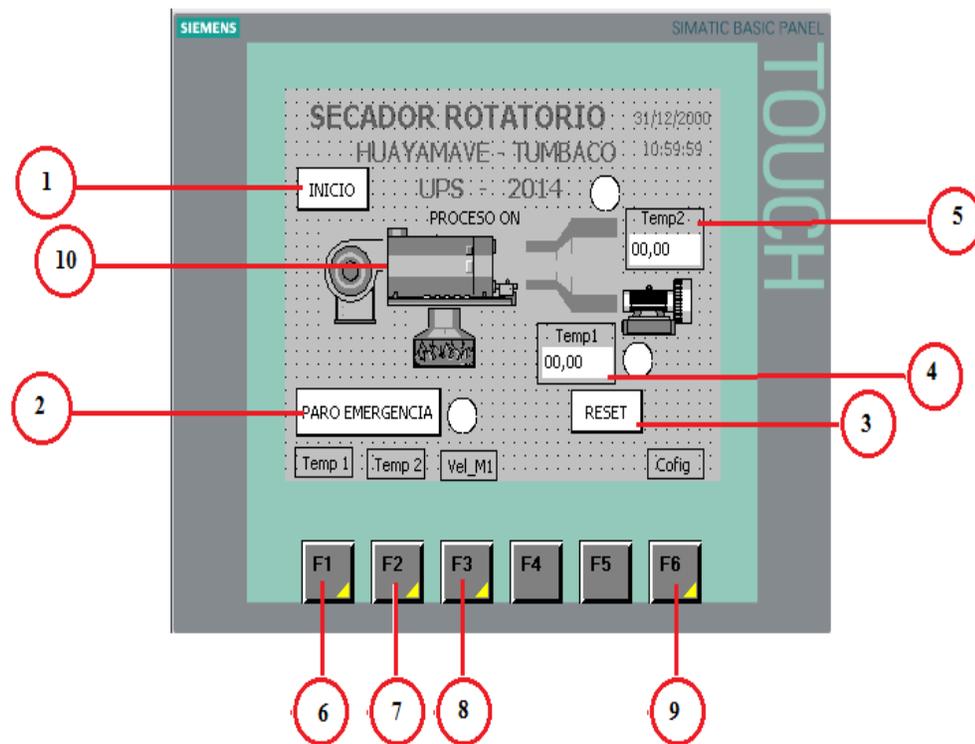


Figura 5.7. Panel de control. HMI.
Fuente: Los autores.

1.- Botón de inicio de proceso

Se da comienzo al proceso presionando el botón de inicio, activando el sistema de calentamiento que conforman el ventilador y la válvula de flujo de gas. Después de un tiempo comienza el movimiento del grano, que está dentro de la cámara de secado.

2.-Botón de paro de emergencia

Si surge un inconveniente durante el proceso, se puede parar el proceso presionando el botón de paro de emergencia. Sea bien un problema de carácter humano o funcional del mismo equipo.

3.- Botón de reinicio

Cuando se procede a presionar el botón de paro por cualquier emergencia, el sistema se mantiene bloqueado hasta que se solucionen los problemas que acontezcan y para su desbloqueo tenemos el reinicio.

4.- Indicador de temperatura 1

Visualización directa de la temperatura antes, durante y después del encendido, aunque la máquina se encuentre en reposo. La temperatura mostrada, es la que indica la temperatura de trabajo, que se encuentra en el interior de la cámara de secado y controla la temperatura del proceso.

5.- Indicador de temperatura 2

Visualización directa de la temperatura antes, durante y después del encendido, aunque la máquina se encuentre en reposo. La temperatura mostrada, es la que indica la temperatura de salida, que se encuentra en el exterior de la cámara de secado y controla la temperatura del aire que sale de la cámara de secado después del proceso.

6.-Visualizador de parámetros de temperatura 1

Mediante esta opción se visualizan los parámetros de temperatura obtenidos durante el proceso con respecto al tiempo de trabajo. Estos parámetros se registran en una tabla virtual si es que en algún momento presenta alguna variación que se pueda observar.

7.- Visualizador de parámetros de temperatura 2

Mediante esta opción se visualiza los parámetros de temperatura obtenidos durante el proceso con respecto al tiempo de trabajo. Estos parámetros se registran en una tabla virtual por si presenta alguna variación que se pueda observar.

8.- Visualizador de parámetros de velocidad del ventilador

Mediante esta opción se visualiza los parámetros de variación de la velocidad del ventilador que controla el flujo de aire e indirectamente controla la temperatura adentro de la cámara de secado, obtenidos durante el proceso con respecto al tiempo de trabajo. Estos parámetros se registran en una tabla virtual por si presenta alguna variación que se pueda observar.

9.- Configuración

En este parámetro se realiza la configuración y visualización del SetPoint de la temperatura, velocidad del ventilador y tiempo de trabajo.

5.10. Preparativos antes de secar

5.10.1. Verificación Eléctrica

Antes de iniciar el proceso, debemos asegurar que la máquina esté conectada y con los niveles de voltaje correspondientes, en cada dispositivo eléctrico o electrónico utilizados.

La alimentación eléctrica tanto de la fuente de alimentación SOLA como los variadores de frecuencia, trabajan a 240V/60Hz como se muestra en la figura 5.8.

El PLC utilizado es el S7-1200 que trabaja con un nivel voltaje de 120V/60Hz, como se muestra en la Figura 5.9., acoplado a PLC se encuentra un módulo de entrada y salida analógico de 24V_{DC}.



Figura 5.8. Voltaje de alimentación de los variadores y fuente de 24V_{DC}.
Fuente: Los autores.



Figura 5.9. Voltaje de alimentación del PLC S7-1200
Fuente: Los autores.

En caso de que uno de los equipos no reciba el nivel de voltaje correspondiente, se debe proceder a su debida verificación e inmediatamente a su mantenimiento correctivo.

5.10.2. Verificación de existencia de obstáculos

Antes de poner en operación la maquina hay que verificar que no se encuentren obstáculos en la estructura y contorno, que impidan el correcto funcionamiento de la máquina.

5.10.3. Verificación aislamiento térmico

Las paredes laterales de la cámara de combustión están recubiertas por dos capas de lana de vidrio, para poder controlar la temperatura que se genera en ese sector, por seguridad se tiene que verificar que el aislamiento térmico no tenga desgaste externo e interno, que podría provocar quemadura de tercer grado, si existiera un contacto directo con las paredes de la cámara de combustión.

5.10.4. Verificación fuga de gas

En un sistema de GLP, se deben considerar las siguientes normas de seguridad para su manipulación e instalación:

1. Determinar el peligro existente, la seguridad de la persona es lo primero que se debe considerar.
2. Llamar al servicio de emergencia, si existe fuga de gas, evite utilizar teléfonos celulares cerca del lugar, procure dirigirse a un vecino para realizar la debida llamada de emergencia.
3. Abrir puertas y ventanas, se recomienda esta acción, si la fuga de gas no es insoportable y se percibe que es leve.
4. Cierre el suministro de gas, si sabe cómo cortar el flujo de gas al sistema con la debida seguridad, realícelo.
5. Verificar que la instalación de la cañería de gas, de que consta la máquina, este bien realizado.

5.11. Producto fermentado

Para iniciar el proceso de secado se debe verificar que el cacao este correctamente fermentado, con un grado de humedad entre los 45 a 60%, evitando que los granos de cacao se peguen en las paredes de la cámara de secado.

5.12. Colocar el producto en la secadora

El cacao ingresa a la máquina mediante un proceso manual, Figura 5.10., por medio de una compuerta que se encuentra a un costado de la cámara de secado.



Figura 5.10. Ingreso del cacao a la cámara de secado.
Fuente: Los autores.

Antes de introducir el cacao a la máquina, se debe asegurar el sistema de bloqueo, que impida la activación de los motores y la cámara de combustión.

5.13. Consejos del funcionamiento

1. Si percibe un olor a gas, siga los siguientes consejos:
 - Corte la energía eléctrica de la máquina,
 - Cierre la válvula de ingreso de gas hacia la máquina,
 - No almacene producto inflamable cerca de la máquina,
 - Que el área donde se instale la máquina esté completamente ventilado.

2. Seguridad
 - No permitir que personal no autorizado se suba, se pare o se cuelgue del soporte de la máquina o cámara de secado.
 - No permitir que se acumule material inflamable cerca de los quemadores.

- Los dispositivos o equipos que utilizan gas pueden provocar explosiones, si no se cumplen con las medidas de seguridad necesarias.

3. Encendido de los quemadores

- Antes de encender los quemadores retire todo los materiales inflamables, como empaques o plásticos que este protegiendo a la máquina.
- El funcionamiento de los quemadores deberá ser revisado con frecuencia.
- Los quemadores se encienden mediante un encendedor electrónico que se activa al iniciar el proceso, asegúrese que el encendedor electrónico se apague a los 5 segundos después de iniciado el proceso.

5.14. Guía de cuidado y limpieza

Antes de realizar una limpieza general asegúrese que este fría y desconectada la energía eléctrica de la máquina:

1. Es necesario mantenerla siempre limpia y bastará con utilizar un waipe o una franela húmeda.
2. Para el interior del tablero de control utilice una brocha para limpiar el polvo en los equipos eléctricos y la superficie interna del tablero.
3. Limpiar los motores eléctricos, con una brocha la estructura y la superficie de los mismos.
4. La cámara de secado (acero inoxidable), debido a la temperatura toma un color amarillento: Para la limpieza procederemos a seguir las siguientes instrucciones:
 - Humedece con agua la cubierta, aplica 100 ml. de vinagre de alcohol de caña y frota con fibra,
 - Enjuaga,
 - Seca con un trapo limpio.

5.15. Detección y solución de problemas

Tabla 5.11. Tabla de Problemas, causas y solución de mantenimiento

Problema	Causa	Solución
Quemadores no encienden.	<ul style="list-style-type: none"> - Válvula de suministro de gas cerrada. - Cilindro de gas vacío. - Flujometro desconectado. - Orificios de quemadores obstruidos. - Encendedor electrónico desconectado. - PLC, no envía señal de inicio. 	<ul style="list-style-type: none"> - Abrir la válvula de suministro de gas. - Obtener un cilindro de gas lleno. - Verificar la alimentación eléctrica del flujometro y del encendedor. - Limpieza de los quemadores. - Verificar las salidas de señal del PLC.
Funcionamiento defectuoso de los equipos eléctricos.	<ul style="list-style-type: none"> - No hay suministro de energía eléctrica. - La máquina no está conectada al suministro de energía. - Disyuntores en posición OFF. - Inadecuada conexión a tierra. - Mal contacto entre los enchufes de la máquina. - Los electrodos de los encendedores están humedecidos. 	<ul style="list-style-type: none"> - Verificar que el alimentador eléctrico esté conectado. - Poner el disyunto en posición ON. - Verificar y corregir la conexión a tierra. - Cambiar los enchufes que estén en mal estado. - Cambiar o secar los electrodos del encendido electrónico.
No hay comunicación entre los equipos.	<ul style="list-style-type: none"> - Cable de red defectuoso. - Conectores no están bien conectados. - Cable mal ponchado. 	<ul style="list-style-type: none"> - Cambiar el cable de red. - Conectar y ponchar bien los cables.

CAPÍTULO 6

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La máquina secadora de cacao se desarrolló para que el pequeño agricultor reduzca sus gastos en mano de obra diaria, alquiler de tendales y a factores climáticos sean estos estación invernal y falta de energía solar. Además el uso, manipulación y mantenimiento de la máquina la realice una persona siguiendo el Manual de Usuario.

Al obtener una reducción de tiempo en los ciclos de producción, reducir la humedad del grano a un 7% para tener un producto de calidad que cumple los estándares de exportación, se consigue que la demanda del producto tenga un crecimiento continuo y esta demanda presiona el ajuste de precios de mercado.

Para la construcción se analizó cuatro factores esenciales:

- 1.- Control de temperatura adecuada para el grano,
- 2.- Capacidad del tanque para secar una producción máxima diaria de dos sacos,
- 3.- Flujo continuo de aire caliente,
- 4.- Movimiento del tanque para que el grano de cacao obtenga un secado uniforme.

Se analizó los distintos funcionamientos del sistema en lazo abierto para obtener los puntos de equilibrios para poder aplicar el control PID. En el momento de las pruebas se observó el tiempo que demora la máquina en llegar a la temperatura deseada, para mejorar el tiempo de estabilidad y el consumo de gas que se necesita para la generación de calor.

6.2. Recomendaciones

Leer el manual de usuario y seguir los pasos para el correcto funcionamiento, utilización y mantenimiento de la máquina.

Para lograr reducir la humedad del grano a un 7%, se debe tener un grano bien fermentado antes de realizar el secado.

En las estaciones de lluvia aumenta la humedad en los granos, realizar las pruebas de humedad respectivas en los días de cosecha del grano de cacao.

La máquina está diseñada para utilizar como medio de combustión el gas o energía eléctrica de 220 voltios. Maximizar su economía y ventaja energética de acuerdo a su planeación de costos, comparando valor a cancelar por consumo de tanque de gas versus consumo de energía eléctrica.

Brindar apoyo técnico a la agro industria en la parte de automatización para que los tiempos de los ciclos de producción tiendan a disminuir y una continua calidad del producto para su exportación.

ANEXO 1

DENSIDAD POR EL MÉTODO DE LA PROBETA

Prueba realizada a 100 granos de cacao fermentado

PRUEBAS REALIZADA A 100 MUESTRA DE CACAO FERMENTADO								
#	PESO gramo	VOLUMEN			CORTES: LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (mm)			Densidad
		V	V	V	LONG	TRANS	VERT	
1	4,61	14,5	10	4,5	28	15	8	1,024
2	3,51	13	10	3	26	14,7	5	1,17
3	3,67	14	10	4	27	13	5	0,918
4	4,37	14	10	4	31	15	6	1,093
5	3,4	13	10	3	30	13	6	1,133
6	3,47	13,5	10	3,5	27	15	5	0,991
7	3,21	13	10	3	26	13	6	1,07
8	3,74	14	10	4	25,5	12,5	6,5	0,935
9	3,82	13,5	10	3,5	27	15,5	5	1,091
10	4,3	14,1	10	4,1	29	16	5	1,049
11	3,48	13	10	3	26,5	14	5	1,16
12	3,45	13	10	3	27	14	5	1,15
13	3,66	13,5	10	3,5	26	13,6	6	1,046
14	3,31	13	10	3	27	19	5	1,103
15	3,01	13	10	3	26	15	5	1,003
16	3,88	13,5	10	3,5	27	19	7	1,109
17	4,47	14	10	4	26	12	6	1,118
18	2,38	12,5	10	2,5	29	12	5	0,952
19	4,07	14	10	4	25	13	6	1,018
20	3,69	13,5	10	3,5	27	13	6	1,054
21	2,99	13	10	3	25	13	5	0,997
22	2,76	13	10	3	29	11	5	0,92
23	3,02	13	10	3	27	13	6	1,007
24	3,28	13	10	3	23	13	5	1,093
25	2,71	12,5	10	2,5	23	13	5	1,084
26	3,06	13	10	3	29	13	6	1,02
27	3,67	13,5	10	3,5	26	15	5	1,049
28	3,12	13	10	3	25	13	6	1,04

TABLA 1/4

ANEXO 1

DENSIDAD POR EL MÉTODO DE LA PROBETA

Prueba realizada a 100 granos de cacao fermentado

PRUEBAS REALIZADA A 100 MUESTRA DE CACAO FERMENTADO								
#	PESO gramo	VOLUMEN			CORTES: LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (mm)			Densidad
		V	V	V	LONG	TRANS	VERT	
29	3,39	13	10	3	27	14	6	1,13
30	4,41	13	10	3	31	15	6	1,47
31	3,48	13	10	3	25	14	5	1,16
32	3,18	13	10	3	29	14	5	1,06
33	3,09	13	10	3	24	14	6	1,03
34	4,52	14	10	4	31	15	6	1,13
35	2,57	12,5	10	2,5	24	12	5	1,028
36	3,3	13	10	3	26	14	5	1,1
37	1,93	12	10	2	21	11	6	0,965
38	3,73	13	10	3	27	13	7	1,243
39	3,51	13,5	10	3,5	29	14	6	1,003
40	3,44	13,5	10	3,5	25	15	6	0,983
41	3,54	13,5	10	3,5	29	15	5	1,011
42	3,24	13	10	3	27	13	5	1,08
43	3,63	13	10	3	24	15	6	1,21
44	4,6	14,5	10	4,5	29	16	5	1,022
45	4	14	10	4	28	14	6	1
46	4,52	14	10	4	30	15	7	1,13
47	3,56	13	10	3	26	13	6	1,187
48	4,06	14	10	4	30	15	6	1,015
49	4,3	14	10	4	28	15	5	1,075
50	3,21	13	10	3	27	14	6	1,07
51	3,58	12,5	10	2,5	27,5	14	6	1,432
52	3,5	13,5	10	3,5	26	14	6	1
53	3,51	13	10	3	27	14	4	1,17
54	3,88	14	10	4	22	16	6	0,97
55	4,16	14	10	4	28	14	7	1,04
56	4	14	10	4	28	15	5	1

TABLA 2/4

ANEXO 1

DENSIDAD POR EL MÉTODO DE LA PROBETA

Prueba realizada a 100 granos de cacao fermentado.

PRUEBAS REALIZADA A 100 MUESTRA DE CACAO FERMENTADO								
#	PESO gramo	VOLUMEN			CORTES: LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (mm)			Densidad
		V	V	V	LONG	TRANS	VERT	
57	3,39	13,5	10	3,5	25	14	5	0,969
58	3,63	13,5	10	3,5	28	14	4	1,037
59	3,21	13	10	3	25	14	6	1,07
60	3,02	13	10	3	26	12	4	1,007
61	2,61	12	10	2	25	13	5	1,305
62	3,24	13	10	3	26	14	6	1,08
63	2,52	13	10	3	22	13	5	0,84
64	4,12	14	10	4	29	15	5	1,03
65	3,36	13	10	3	26	16	5	1,12
66	4,41	14,5	10	4,5	28	16	6	0,98
67	2,72	12,5	10	2,5	24	13	5	1,088
68	3,36	13	10	3	27	15	4	1,12
69	4,53	14	10	4	28	15	6	1,133
70	4,07	14	10	4	28	17	6	1,018
71	4,59	14	10	4	31	15	6	1,148
72	4,18	14	10	4	29	15	6	1,045
73	3,25	14	10	4	27	13	6	0,813
74	4,37	14	10	4	31	15	6	1,093
75	3,54	13	10	3	25	14	7	1,18
76	4,27	13,5	10	3,5	26	15	7	1,22
77	3,43	13	10	3	25	13	6	1,143
78	4	13	10	3	28	14	6	1,333
79	3,56	13	10	3	26	14	7	1,187
80	5,24	15	10	5	28	16	7	1,048
81	4,13	13,5	10	3,5	27	15	6	1,18
82	3,76	14	10	4	31	16	5	0,94
83	2,57	12,5	10	2,5	25	12	6	1,028
84	3,38	14	10	4	27	15	5	0,845

TABLA 3/4

ANEXO 1

DENSIDAD POR EL MÉTODO DE LA PROBETA

Prueba realizada a 100 granos de cacao fermentado

PRUEBAS REALIZADA A 100 MUESTRA DE CACAO FERMENTADO								
#	PESO gramo	VOLUMEN			CORTES: LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL (mm)			Densidad
		V	V	V	LONG	TRANS	VERT	
85	4,5	14	10	4	30	16	7	1,125
86	3,84	13,5	10	3,5	27	16	6	1,097
87	3,8	13	10	3	28	14	4	1,267
88	2,86	13	10	3	23	13	6	0,953
89	4,84	14,5	10	4,5	30	15	7	1,076
90	2,72	13	10	3	22	13	5	0,907
91	3,36	14	10	4	24	14	5	0,84
92	3,58	13	10	3	24	13	8	1,193
93	2,69	13	10	3	23	13	6	0,897
94	3,21	13	10	3	27	13	4	1,07
95	3,24	13	10	3	26	13	6	1,08
96	3,69	12,5	10	2,5	27	14	7	1,476
97	3,62	14	10	4	28	14	7	0,905
98	4,48	14	10	4	26	16	6	1,12
99	2,62	12,5	10	2,5	24	13	5	1,048
100	2,68	13	10	3	23	13	5	0,893

TABLA 4/4

Nota: Se detalla la densidad por el método de la probeta, que consiste en sumergir el grano con cuidado y completamente en la probeta que contiene un volumen exacto de agua destilada. Se obtiene la densidad del grano de cacao mediante la siguiente expresión:

$$V = \Delta V = V_f - V_o$$

El volumen también se calcula mediante medidas del grano, realizando tres cortes: longitudinal (a), transversal (b) y vertical (c). Se obtiene la densidad del grano de cacao mediante la siguiente expresión:

$$V = a \times b \times c$$

Fuente: Los autores.

ANEXO 2
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE
CACAO

Norma Técnica Ecuatoriana Obligatoria y Emergente	CACAO EN GRANO DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD.	INEN 173 Primera revisión 1996-12
<p>1. OBJETO</p> <p>1.1 Esta norma tiene por objeto establecer el método para determinar el contenido de humedad en el cacao en grano.</p> <p>2. TERMINOLOGIA</p> <p>2.1 Contenido de humedad. Para los efectos de esta Norma, es la pérdida de masa, (peso) expresada en porcentaje, que se produce al calentar una porción molida de cacao bajo condiciones preestablecidas.</p> <p>3. INSTRUMENTAL</p> <p>3.1 Mortero. Para triturar los granos sin elevar la temperatura.</p> <p>3.2 Estufa, ajustada a 103^o±2^oC.</p> <p>3.3 Cápsulas con tapa, de metal inoxidable o de vidrio, con una superficie mínima de 35 cm² (por ejemplo con diámetro mínimo de 70 mm y 20 ó 25 mm de altura).</p> <p>3.4 Desecador, provisto de material deshidratante adecuado.</p> <p>3.5 Balanza analítica, sensible a 0,1 mg.</p> <p>4. PREPARACION DE LA MUESTRA</p> <p>4.1 Se mezcla cuidadosamente la muestra para ensayo obtenida según la Norma INEN 177, y, mediante reducciones sucesivas, se separan 15 gramos de cacao, exponiéndolos durante el menor tiempo posible a la atmósfera del laboratorio, se los tritura en el mortero uno a uno, hasta que las partículas más grandes no superen los 5 mm evitando además, que se forme una pasta.</p> <p>5. PROCEDIMIENTO</p> <p>5.1 Se transfiere poco menos de la totalidad de la muestra preparada según 4.1 a la cápsula vacía y se coloca la tapa (la cápsula y su tapa deben estar perfectamente secas).</p>		

ANEXO 2
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE CACAO

5.2 Se pesa 5 g de muestra con aproximación a 0,2 mg, y se lo introduce en la estufa a 100° a 2°C, quitando previamente la tapa y colocando la cápsula sobre la misma.

5.3 Se mantiene el conjunto dentro de la estufa, durante aproximadamente 5 a 6 horas, evitando abrir la estufa. Al cabo de ese tiempo, se saca la cápsula, se coloca inmediatamente la tapa y el conjunto se transfiere al desecador, manteniéndolo allí hasta que se enfría a temperatura ambiente (esto ocurre al cabo de 30 ó 40 minutos).

5.4 Se saca el conjunto del desecador y se pesa con aproximación a 0,2 mg.

5.5 La determinación debe realizarse por duplicado, usando cada vez una muestra separada en las tres fases: trituración, toma de la muestra de ensayo y desecación.

6. CÁLCULOS

6.1 El contenido de la humedad en la muestra, expresado en porcentaje de masa, se calcula mediante la expresión siguiente:

$$\text{Humedad} = \frac{m_1 - m_2}{m_1 - m_0} \times 100$$

Siendo:

m_0 = masa de la cápsula vacía y su tapa en g

m_1 = masa de la cápsula con la muestra húmeda y la tapa en g

m_2 = masa de la cápsula con la muestra seca y la tapa en g

7. ERRORES DE MÉTODO

7.1 La diferencia entre los resultados de la determinación efectuada por duplicado, no debe exceder de 0,3 por ciento; caso contrario, debe repetirse la determinación.

8. INFORME DE RESULTADOS EXPERIMENTALES

8.1 En el informe de resultados, debe constar la media aritmética de los dos resultados obtenidos, aproximada a 0,1. Debe indicarse, además, el método utilizado y cualquier condición no prevista por esta norma que pueda haber influido en los resultados.

8.2 Debe incluirse todas las indicaciones para la completa identificación de la muestra.

ANEXO 2
NORMA INEN 173. DETERMINACIÓN DE LA HUMEDAD DEL GRANO DE
CACAO

APENDICE Z

Z.1 NORMAS A CONSULTAR

INEN 177 Cacao en grano. Muestreo

Z.2 BASES DE ESTUDIO

Estudio sobre la normalización del cacao en el Ecuador. Ing. Wente Illingworth. Instituto Ecuatoriano de Normalización. Quito, febrero de 1973.

Comité de problemas de productos básicos. Grupo de estudio sobre el cacao. Grupo de trabajo sobre clasificación del cacao. Normas Internacionales para los granos de cacao (IAC), tercer período de sesiones. París. 1968.

ANEXO 3

PARÁMETRO DEL AIRE

Parámetro	Símbolo	Valor	Unidad
Presión	P	1	Atm
Temperatura Ambiente	T	20	°c
Viscosidad	u	$1,85 \times 10^{-5}$	Pa.s
Densidad	ρ	1,18	Kg/m ³

Nota: Datos tomados de la tesis Diseño y Construcción de un secador de granos por fluidización e implementación del control de flujo y temperatura. Escuela Politécnica Nacional. Quito – 03-2012

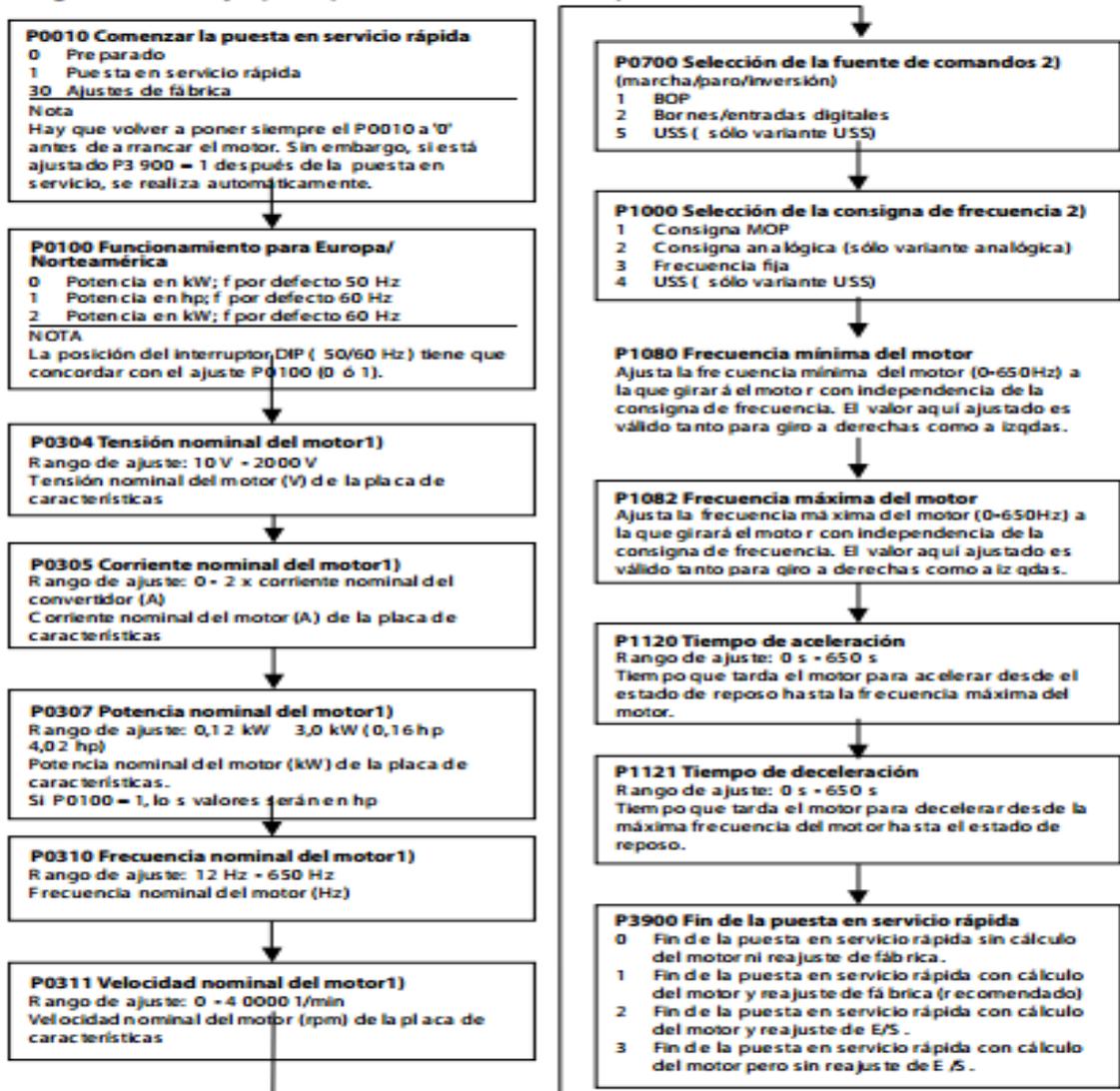
ANEXO 4

CARACTERÍSTICA TÉCNICA DE LOS VARIADORES SIEMENS

Tamaño constructivo	A		A con disipador plano	B	C
Potencia	0,12 ... 0,37 kW	0,55 ... 0,75 kW	0,12 ... 0,75 kW	1,1 ... 1,5 kW	2,2 ... 3 kW
Intensidad asignada de entrada (a 230 V)	2,3 ... 6,2 A	7,7 ... 10 A	2,3 ... 10 A	14,7 ... 19,7 A	27,2 ... 35,6 A
Intensidad asignada de salida (a 40 °C)	0,9 ... 2,3 A	3,2 ... 3,9 A	0,9 ... 3,9 A	6 ... 7,8 A	11 ... 13,6 A
Datos mecánicos					
Grado de protección	IP20				
Temperatura de servicio	-10 ... +40 °C, hasta +50 °C con derating				
Ancho × Alto × Profundidad (mm)	90 × 150 × 116	90 × 150 × 131	90 × 150 × 101	140 × 160 × 142	184 × 181 × 152
Datos eléctricos					
Tensión de red	1 AC 200 ... 240 V ±10 %				
Frecuencia de red	47 ... 63 Hz				
Capacidad de sobrecarga	Corriente de sobrecarga 1,5 × corriente asignada a la salida (es decir, 150 % sobrecarga) durante 60 s, a continuación 0,85 × corriente asignada de salida durante 240 s, tiempo de ciclo 300 s				
Frecuencia de salida	0 ... 650 Hz				
Frecuencia de pulsación	8 kHz (estándar), 2 ... 16 kHz (en escalones de 2 kHz)				
Rango de frecuencias inahibibles	1, parametrizable				
Rendimiento del convertidor	En equipos < 0,75 kW: 90 ... 94 %, en equipos ≥ 0,75 kW: 95 %				
Filtro CEM	Variante con filtro CEM integrado de clase A/B				
Entradas digitales	Hasta 4				
Salidas digitales	1 salida por optoacoplador con aislamiento galvánico (24 V DC, 50 mA, óhm., tipo NPN)				
Entrada analógica	Variante con una entrada analógica (también utilizable como entrada digital)				
Interfaces de comunicación	Variante con interfaz serie RS485 para funcionar con protocolo USS				
Funciones					
Métodos de control/regulación	<ul style="list-style-type: none"> • Característica U/f lineal (con elevación de tensión parametrizable) • Característica U/f cuadrática • Característica multipunto (característica U/f parametrizable) 				
Funciones operativas	<ul style="list-style-type: none"> • Modo manual e impulsos • Rearranque automático tras un paro provocado por un corte de red • Conexión suave del convertidor al motor girando (rearranque al vuelo) 				
Frecuencias fijas	3, parametrizables				
Funciones de freno	Frenado por inyección de corriente continua, frenado combinado				
Funciones de protección	Subtensión, sobretensión, defecto a tierra, cortocircuito, vuelco del motor, protección térmica de motor I ² t, sobret temperatura en convertidor, sobret temperatura en motor				
Motores aptos para conectar	Motores asíncronos de baja tensión				
Longitud máx. del cable al motor	25 m (apantallado), 50 m (no apantallado)				
Normas					
Conformidad con normas	UL, cUL, CE, c-tick,				
Marcado CE	Según Directiva de baja tensión 73/23/CEE				
Accesorios					
	Basic Operator Panel, juego de conexión PC-convertidor, adaptador para el montaje en perfil DIN, bobina de red				

ANEXO 5

DIAGRAMA DE FLUJO PARA PUESTA EN SERVICIO RÁPIDA



Nota: Siemens S. A.-2009, Diagrama de configuración rápida de un variador, Guía Técnica No. 2-sitec

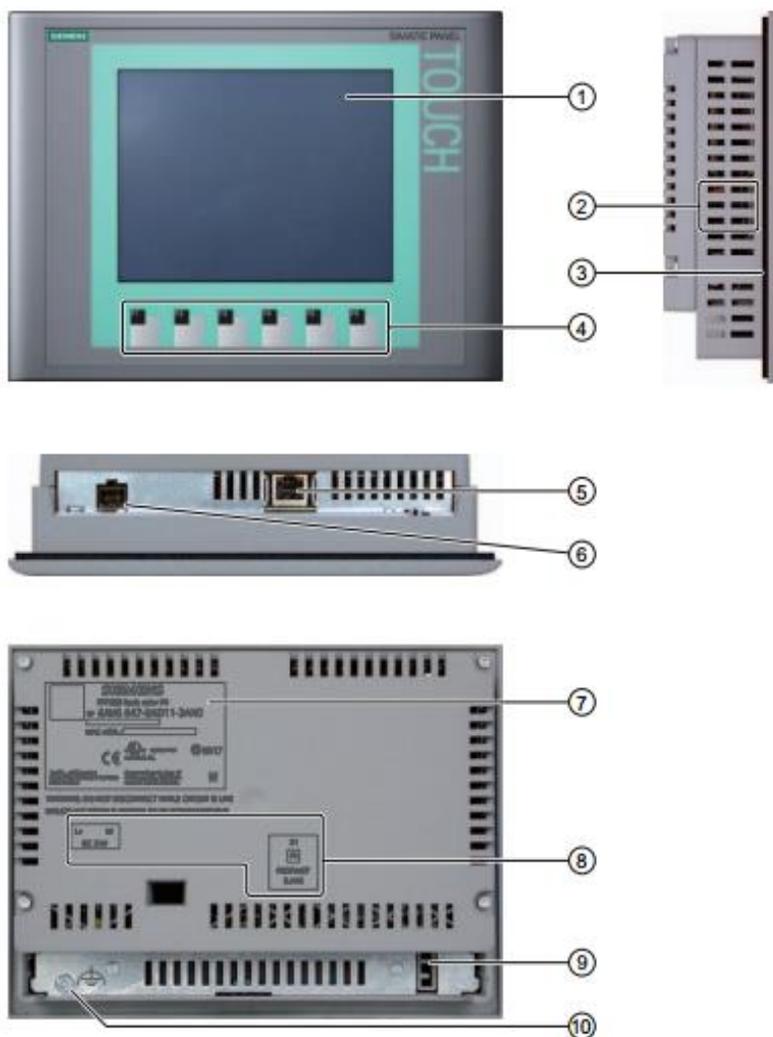
Fuente: <http://jngdelecuador.com/SITEC%20FEBRERO%2009>.

ANEXO 6
CARACTERÍSTICA DEL PLC S7-1200

Función	CPU 1211C	CPU 1212C	CPU 1214C
Dimensiones físicas (mm)	90 x 100 x 75		110 x 100 x 75
Memoria de usuario			
• Memoria de trabajo	• 25 KB		• 50 KB
• Memoria de carga	• 1 MB		• 2 MB
• Memoria remanente	• 2 KB		• 2 KB
E/S integradas locales			
• Digitales	• 6 entradas/4 salidas	• 8 entradas/6 salidas	• 14 entradas/10 salidas
• Analógicas	• 2 entradas	• 2 entradas	• 2 entradas
Tamaño de la memoria imagen de proceso	1024 bytes para entradas (I) y 1024 bytes para salidas (Q)		
Área de marcas (M)	4096 bytes		8192 bytes
Ampliación con módulos de señales	Ninguna	2	8
Signal Board	1		
Módulos de comunicación	3 (ampliación en el lado izquierdo)		
Contadores rápidos	3	4	6
• Fase simple	• 3 a 100 kHz	• 3 a 100 kHz 1 a 30 kHz	• 3 a 100 kHz 3 a 30 kHz
• Fase en cuadratura	• 3 a 80 kHz	• 3 a 80 kHz 1 a 20 kHz	• 3 a 80 kHz 3 a 20 kHz
Salidas de impulsos	2		
Memory Card	SIMATIC Memory Card (opcional)		
Tiempo de respaldo del reloj de tiempo real	Típico: 10 días / Mínimo: 6 días a 40 °C		
PROFINET	1 puerto de comunicación Ethernet		
Velocidad de ejecución de funciones matemáticas con números reales	18 µs/instrucción		
Velocidad de ejecución booleana	0,1 µs/instrucción		

ANEXO 7

HMI KTP600 Basic mono PN



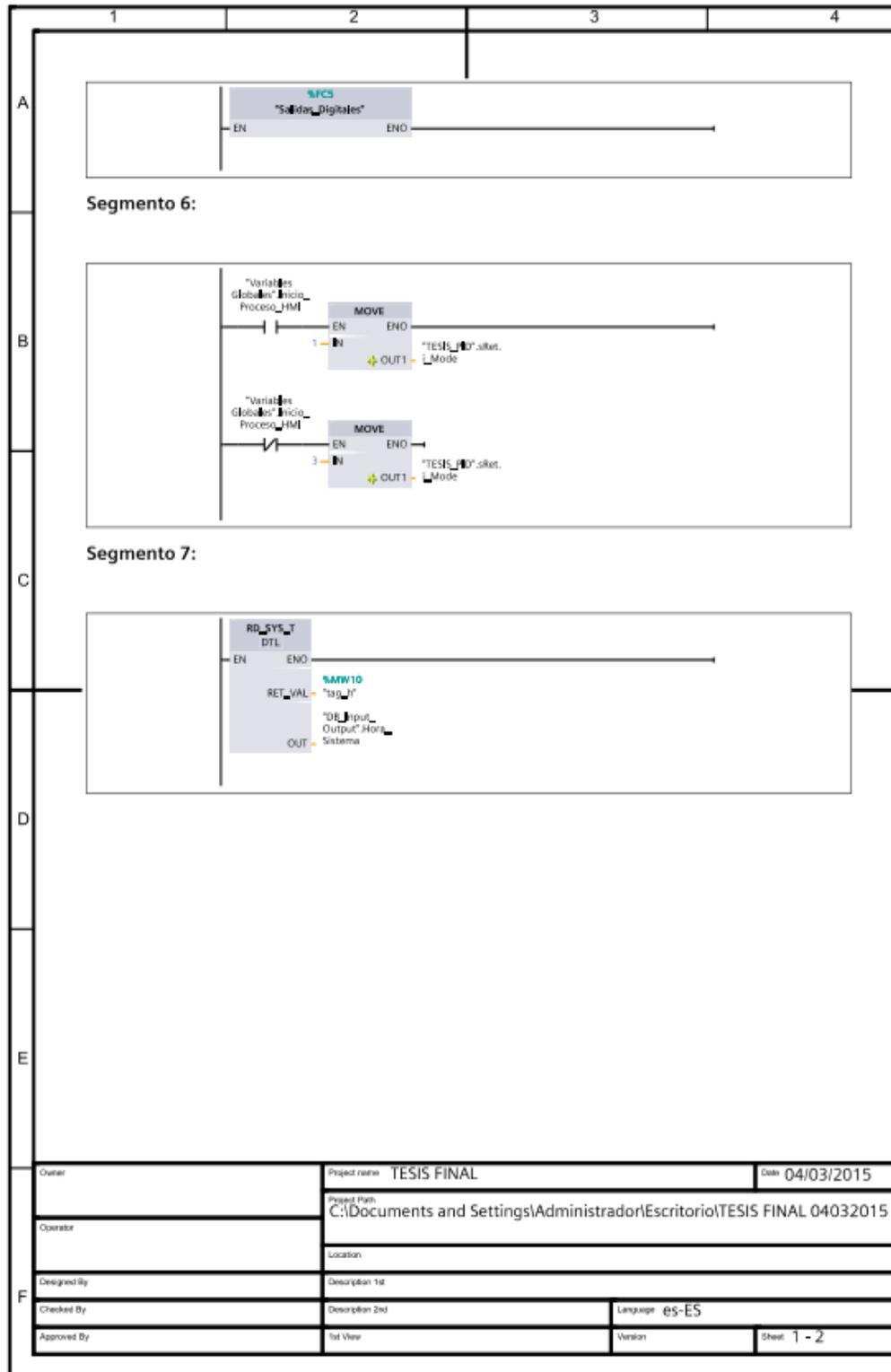
- | | |
|---|---|
| ① Display/Pantalla táctil | ⑤ Conexión para la fuente de alimentación |
| ② Escotaduras para las mordazas de fijación | ⑦ Placa de características |
| ③ Junta de montaje | ⑧ Nombre del puerto |
| ④ Teclas de función | ⑨ Guía para las tiras rotulables |
| ⑤ Interfaz PROFINET | ⑩ Conexión para tierra funcional |

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4	
A	Main				
	Main Propiedades				
	General				
	Nombre	Main	Número	1	
	Tipo	OB.ProgramCycle	Idioma	KOP	
	Información				
	Título	"Main Program Sweep (Cycle)"	Autor		
	Comentario		Familia		
	Versión	0,1	ID personalizada		
B	Segmento 1:				
C	Segmento 2:				
D	Segmento 3:				
E	Segmento 4:				
F	Segmento 5:				
	Order	Project name	TESIS FINAL	Date	04/03/2015
	Operator	Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL 04032015		
	Designed By	Description 1st			
	Checked By	Description 2nd	Language	es-ES	
	Approved By	Net View	Version	Sheet 1 - 1	

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC



ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																																
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".TC1_Int</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".TC1_Camara_Comb</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_3"</td> <td>%IW100</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.04296875</td> <td>0.04296875</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".final_ant</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".final_N</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".final_int</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10.0</td> <td>10.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-272.1258</td> <td>-272.1258</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Output".TC1_Int		Int		"DB_Input_Output".TC1_Camara_Comb		Real		"Tag_3"	%IW100	Word		0.04296875	0.04296875	LReal		"DB_Input_Output".final_ant		Real		150.0	150.0	LReal		"DB_Input_Output".final_N		Real		"DB_Input_Output".final_int		Int		10.0	10.0	LReal		-272.1258	-272.1258	LReal	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																																	
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																																		
"DB_Input_Output".TC1_Int		Int																																																		
"DB_Input_Output".TC1_Camara_Comb		Real																																																		
"Tag_3"	%IW100	Word																																																		
0.04296875	0.04296875	LReal																																																		
"DB_Input_Output".final_ant		Real																																																		
150.0	150.0	LReal																																																		
"DB_Input_Output".final_N		Real																																																		
"DB_Input_Output".final_int		Int																																																		
10.0	10.0	LReal																																																		
-272.1258	-272.1258	LReal																																																		
B	<p style="text-align: center;">Segmento 2: Medidor de temperatura Externo</p>																																																			
C	<p style="text-align: center;">Segmento 2: Medidor de temperatura Externo</p>																																																			
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".TC2_Int</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".TC2_Fuera</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_4"</td> <td>%IW102</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Output".TC2_Int		Int		"DB_Input_Output".TC2_Fuera		Real		"Tag_4"	%IW102	Word																													
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																																	
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																																		
"DB_Input_Output".TC2_Int		Int																																																		
"DB_Input_Output".TC2_Fuera		Real																																																		
"Tag_4"	%IW102	Word																																																		
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Owner</td> <td style="width: 45%;">Project name</td> <td style="width: 15%;">Date</td> <td style="width: 15%;">08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="3">Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="3">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td colspan="2">Description 1st</td> <td>Language es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> <td>Sheet 1 - 2</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date	08/03/2015	Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina			Designed By	Location			Checked By	Description 1st		Language es-ES	Approved By	Description 2nd	Version	Sheet 1 - 2																												
Owner	Project name	Date	08/03/2015																																																	
Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																																																			
Designed By	Location																																																			
Checked By	Description 1st		Language es-ES																																																	
Approved By	Description 2nd	Version	Sheet 1 - 2																																																	
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 25%;">Owner</td> <td style="width: 45%;">Project name</td> <td style="width: 15%;">Date</td> <td style="width: 15%;">08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="3">Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="3">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td colspan="2">Description 1st</td> <td>Language es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> <td>Sheet 1 - 2</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date	08/03/2015	Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina			Designed By	Location			Checked By	Description 1st		Language es-ES	Approved By	Description 2nd	Version	Sheet 1 - 2																												
Owner	Project name	Date	08/03/2015																																																	
Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																																																			
Designed By	Location																																																			
Checked By	Description 1st		Language es-ES																																																	
Approved By	Description 2nd	Version	Sheet 1 - 2																																																	

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																																												
A	<h3 style="margin: 0;">Analog_Input</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">Analog_Input Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 25%;">Nombre</td> <td style="width: 25%;">Analog_Input</td> <td style="width: 25%;">Número</td> <td style="width: 25%;">1</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>FC</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td>Medidores de Temperatura</td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Nombre</th> <th style="width: 25%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 25%;">Offset</th> <th style="width: 25%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>▼ Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Analog_Input Propiedades				General				Nombre	Analog_Input	Número	1	Tipo	FC	Idioma	KOP	Información				Título	Medidores de Temperatura	Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada		Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Input				Output				InOut				Temp				▼ Return				Ret_Val	Void		
Analog_Input Propiedades																																																																
General																																																																
Nombre	Analog_Input	Número	1																																																													
Tipo	FC	Idioma	KOP																																																													
Información																																																																
Título	Medidores de Temperatura	Autor																																																														
Comentario		Familia																																																														
Versión	0.1	ID personalizada																																																														
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																																																													
Input																																																																
Output																																																																
InOut																																																																
Temp																																																																
▼ Return																																																																
Ret_Val	Void																																																															
B	<p style="margin: 0;">Segmento 1: Medidor de temperatura Interior</p>																																																															
C	<p style="margin: 0;">Segmento 1: Medidor de temperatura Interior</p>																																																															
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name</td> <td style="width: 30%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Description 1st</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path			C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Location			Description 1st		Checked By	Description 2nd	Language			es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet 1 - 1																														
Owner	Project name	Date																																																														
	TESIS FINAL	08/03/2015																																																														
Operator	Project Path																																																															
	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																																																															
Designed By	Location																																																															
	Description 1st																																																															
Checked By	Description 2nd	Language																																																														
		es-ES																																																														
Approved By	1st View	Version																																																														
		Sheet 1 - 1																																																														
E																																																																
F																																																																

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																												
A	FALLAS																															
	FALLAS Propiedades																															
	General																															
	Nombre	FALLAS	Número	2																												
	Tipo	FC	Idioma	KOP																												
	Información																															
	Título	Para de Emergencia	Autor																													
	Comentario		Familia																													
	Versión	0.1	ID personalizada																													
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Nombre</th> <th style="width: 17%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 17%;">Offset</th> <th style="width: 33%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>▼ Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Input				Output				InOut				Temp				▼ Return				Ret_Val	Void		
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																													
Input																																
Output																																
InOut																																
Temp																																
▼ Return																																
Ret_Val	Void																															
	Segmento 1: Paro en Hmi																															
C																																
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Símbolo</th> <th style="width: 17%;">Dirección</th> <th style="width: 17%;">Tipo</th> <th style="width: 33%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Parada_Emergencia</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Paro_HMI</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Reset_HMI</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Parada_Emergencia		Bool		"Variables Globales".Paro_HMI		Bool		"Variables Globales".Reset_HMI		Bool									
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																													
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																														
"Variables Globales".Parada_Emergencia		Bool																														
"Variables Globales".Paro_HMI		Bool																														
"Variables Globales".Reset_HMI		Bool																														
	Segmento 2:																															
E																																
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name</td> <td style="width: 30%;">TESIS FINAL</td> <td style="width: 10%;">Date</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td>Project Path</td> <td colspan="3">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td>Description 1st</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language</td> <td colspan="2">es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Tel. View</td> <td>Version</td> <td colspan="2">Sheet 1 - 1</td> </tr> </table>				Owner	Project name	TESIS FINAL	Date	08/03/2015	Operator	Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina			Designed By	Description 1st				Checked By	Description 2nd	Language	es-ES		Approved By	Tel. View	Version	Sheet 1 - 1				
Owner	Project name	TESIS FINAL	Date	08/03/2015																												
Operator	Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																														
Designed By	Description 1st																															
Checked By	Description 2nd	Language	es-ES																													
Approved By	Tel. View	Version	Sheet 1 - 1																													

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

1	2	3	4																												
A																															
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: left;">Símbolo</th> <th style="text-align: left;">Dirección</th> <th style="text-align: left;">Tipo</th> <th style="text-align: left;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Temp_Minima</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Temp_Maxima</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".final_int</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Rango"</td> <td>%M5.6</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Temp_Minima		Int		"Variables Globales".Temp_Maxima		Int		"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Output".final_int		Int		"Rango"	%M5.6	Bool	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																												
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																													
"Variables Globales".Temp_Minima		Int																													
"Variables Globales".Temp_Maxima		Int																													
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																													
"DB_Input_Output".final_int		Int																													
"Rango"	%M5.6	Bool																													
C																															
D																															
E																															
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 34%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location:</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st:</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd:</td> <td>Version:</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View:</td> <td>Sheet: 1 - 2</td> </tr> </table>			Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Location:		Checked By	Description 1st:	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd:	Version:		1st View:	Sheet: 1 - 2										
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																													
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																														
Designed By	Location:																														
Checked By	Description 1st:	Language: es-ES																													
Approved By	Description 2nd:	Version:																													
	1st View:	Sheet: 1 - 2																													

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																								
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Símbolo</th> <th style="width: 25%;">Dirección</th> <th style="width: 25%;">Tipo</th> <th style="width: 25%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0.0205561</td> <td>0.0205561</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>150.0</td> <td>150.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera_ant</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>15.0</td> <td>15.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-114.26668</td> <td>-114.26668</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	0.0205561	0.0205561	LReal		150.0	150.0	LReal		"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera_ant		Real		15.0	15.0	LReal		-114.26668	-114.26668	LReal	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																									
0.0205561	0.0205561	LReal																										
150.0	150.0	LReal																										
"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera_ant		Real																										
15.0	15.0	LReal																										
-114.26668	-114.26668	LReal																										
B																												
C																												
D																												
E																												
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 30%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet: 1 - 3</td> </tr> </table>				Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet: 1 - 3						
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																										
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																											
Designed By	Location																											
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																										
Approved By	Description 2nd	Version																										
	1st View	Sheet: 1 - 3																										

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																																																																
A	<p>Proceso</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Proceso Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre</td> <td>Proceso</td> <td>Número</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>FC</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td>Proceso de Iniciacion</td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 20%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 10%;">Offset</th> <th style="width: 40%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>▼ Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table> <p>Segmento 1:</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin: 5px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Símbolo</th> <th style="width: 20%;">Dirección</th> <th style="width: 10%;">Tipo</th> <th style="width: 40%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Inicio_Proceso_HMI</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 2:</p>				Proceso Propiedades				General				Nombre	Proceso	Número	3	Tipo	FC	Idioma	KOP	Información				Título	Proceso de Iniciacion	Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada		Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Input				Output				InOut				Temp				▼ Return				Ret_Val	Void			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"Variables Globales".Inicio_Proceso_HMI		Bool					
Proceso Propiedades																																																																																				
General																																																																																				
Nombre	Proceso	Número	3																																																																																	
Tipo	FC	Idioma	KOP																																																																																	
Información																																																																																				
Título	Proceso de Iniciacion	Autor																																																																																		
Comentario		Familia																																																																																		
Versión	0.1	ID personalizada																																																																																		
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																																																																																	
Input																																																																																				
Output																																																																																				
InOut																																																																																				
Temp																																																																																				
▼ Return																																																																																				
Ret_Val	Void																																																																																			
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																																																																	
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																																																																		
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																																																																																		
"Variables Globales".Inicio_Proceso_HMI		Bool																																																																																		
B																																																																																				
C																																																																																				
D																																																																																				
E																																																																																				
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 30%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Description 1st</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet: 1 - 1</td> </tr> </table>				Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Description 1st		Checked By	Description 2nd	Language: es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet: 1 - 1																																																														
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																																																																		
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																																																																																			
Designed By	Description 1st																																																																																			
Checked By	Description 2nd	Language: es-ES																																																																																		
Approved By	1st View	Version																																																																																		
		Sheet: 1 - 1																																																																																		

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																												
A																																
B																																
C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Parada_Emergencia</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Fin_Proceso</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"TEMP_1"</td> <td>%M0.1</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Rango"</td> <td>%M5.6</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Parada_Emergencia		Bool		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"Variables Globales".Fin_Proceso		Bool		"TEMP_1"	%M0.1	Bool		"Rango"	%M5.6	Bool	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																													
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																														
"Variables Globales".Parada_Emergencia		Bool																														
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																														
"Variables Globales".Fin_Proceso		Bool																														
"TEMP_1"	%M0.1	Bool																														
"Rango"	%M5.6	Bool																														
D	<p>Segmento 3:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"aux"</td> <td>%M12.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"aux"	%M12.3	Bool													
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																													
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																														
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																														
"aux"	%M12.3	Bool																														
E	<p>Segmento 4: stemporizador chispero</p>																															
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 30%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td colspan="2">Description list</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet: 1 - 2</td> </tr> </table>				Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description list		Approved By	Description 2nd	Language: es-ES		1st View	Version			Sheet: 1 - 2							
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																														
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																															
Designed By	Location																															
Checked By	Description list																															
Approved By	Description 2nd	Language: es-ES																														
	1st View	Version																														
		Sheet: 1 - 2																														

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																														
A																																																		
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tiempo_Chispero"</td> <td>%DB3</td> <td>IEC_Timer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T#5M</td> <td>T#5M</td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 5: Timer.. Desactivar Chispero</p>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"Tiempo_Chispero"	%DB3	IEC_Timer		T#5M	T#5M	Time																											
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																															
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																																
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																																																
"Tiempo_Chispero"	%DB3	IEC_Timer																																																
T#5M	T#5M	Time																																																
C																																																		
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Valv_Chispero</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tiempo_Chispero"</td> <td>%DB3</td> <td>IEC_Timer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tiempo_Chispero".Q</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 6: Chispero</p>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"Variables Globales".Valv_Chispero		Bool		"Tiempo_Chispero"	%DB3	IEC_Timer		"Tiempo_Chispero".Q		Bool																							
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																															
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																																
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																																																
"Variables Globales".Valv_Chispero		Bool																																																
"Tiempo_Chispero"	%DB3	IEC_Timer																																																
"Tiempo_Chispero".Q		Bool																																																
E																																																		
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Valv_Chispero</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_7"</td> <td>%Q0.1</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 7:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Owner</td> <td style="width: 40%;">Project name</td> <td style="width: 30%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Description 1st</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 3</td> </tr> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Valv_Chispero		Bool		"Tag_7"	%Q0.1	Bool		Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path			C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location			Description 1st		Checked By	Description 2nd	Language			es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet 1 - 3
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																															
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																																
"Variables Globales".Valv_Chispero		Bool																																																
"Tag_7"	%Q0.1	Bool																																																
Owner	Project name	Date																																																
	TESIS FINAL	08/03/2015																																																
Operator	Project Path																																																	
	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																																	
Designed By	Location																																																	
	Description 1st																																																	
Checked By	Description 2nd	Language																																																
		es-ES																																																
Approved By	1st View	Version																																																
		Sheet 1 - 3																																																

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																								
A																												
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Tiempo_Trabajo</td> <td></td> <td>Time</td> <td></td> </tr> <tr> <td>3600000</td> <td></td> <td>DInt</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".tiempo</td> <td></td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 8: Timer Finalizar Proceso --> HMI</p>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Tiempo_Trabajo		Time		3600000		DInt		"Variables Globales".tiempo		Time					
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																									
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																										
"Variables Globales".Tiempo_Trabajo		Time																										
3600000		DInt																										
"Variables Globales".tiempo		Time																										
C																												
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"IEC_Timer_0_DB"</td> <td>%DB4</td> <td>IEC_Timer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"TEMP_1"</td> <td>%M0.1</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".tiempo</td> <td></td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 9: Fin de Proceso.</p>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"IEC_Timer_0_DB"	%DB4	IEC_Timer		"TEMP_1"	%M0.1	Bool		"Variables Globales".tiempo		Time	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																									
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																										
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																										
"IEC_Timer_0_DB"	%DB4	IEC_Timer																										
"TEMP_1"	%M0.1	Bool																										
"Variables Globales".tiempo		Time																										
E																												
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Fin_Proceso</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"TEMP_1"</td> <td>%M0.1</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Fin_Proceso		Bool		"TEMP_1"	%M0.1	Bool									
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																									
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																										
"Variables Globales".Fin_Proceso		Bool																										
"TEMP_1"	%M0.1	Bool																										
Owner		Project name	TESIS FINAL																									
		Date	08/03/2015																									
Operator		Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																									
Designed By		Location																										
Checked By		Description 1st																										
Approved By		Description 2nd	Language	es-ES																								
		1st View	Version	Sheet 1 - 4																								

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																								
A	Segmento 10: Motor TAMBOR -- Sp de velocidad en HMI -- CTE -																																											
B																																												
C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Glob-ales".Proceso_Off</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MOTOR TAMBOR"</td> <td>%M5.0</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Glob-ales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>24.0</td> <td>24.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera		Real		"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia		Bool		"Variables Glob-ales".Proceso_Off		Bool		"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool		"Variables Glob-ales".Proceso_On		Bool		24.0	24.0	LReal		20.0	20.0	LReal	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																									
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																										
"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera		Real																																										
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																										
"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia		Bool																																										
"Variables Glob-ales".Proceso_Off		Bool																																										
"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool																																										
"Variables Glob-ales".Proceso_On		Bool																																										
24.0	24.0	LReal																																										
20.0	20.0	LReal																																										
D	<p>Segmento 11: Activar Motor Ventilador</p> <p>sigue nomas</p>																																											
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name</td> <td style="width: 34%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 5</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path			C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina		Designed By	Location					Checked By	Description 1st	Language			es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet 1 - 5										
Owner	Project name	Date																																										
	TESIS FINAL	08/03/2015																																										
Operator	Project Path																																											
	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina																																											
Designed By	Location																																											
Checked By	Description 1st	Language																																										
		es-ES																																										
Approved By	1st View	Version																																										
		Sheet 1 - 5																																										
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name</td> <td style="width: 34%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2"></td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 5</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path			C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina		Designed By	Location					Checked By	Description 1st	Language			es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet 1 - 5										
Owner	Project name	Date																																										
	TESIS FINAL	08/03/2015																																										
Operator	Project Path																																											
	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programado en la maquina																																											
Designed By	Location																																											
Checked By	Description 1st	Language																																										
		es-ES																																										
Approved By	1st View	Version																																										
		Sheet 1 - 5																																										

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

1	2	3	4																																								
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"MOTOR VENT"</td> <td>%M5.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_B"</td> <td>%Q0.4</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 12: Motor Ventilador</p>			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"MOTOR VENT"	%M5.3	Bool		"Tag_B"	%Q0.4	Bool																													
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																								
"MOTOR VENT"	%M5.3	Bool																																									
"Tag_B"	%Q0.4	Bool																																									
B																																											
C																																											
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Glob-ales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MOTOR VENT"</td> <td>%M5.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25.0</td> <td>25.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>70.0</td> <td>70.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23.0</td> <td>23.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 13: Ventiladores del TABLERO</p>			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera		Real		"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia		Bool		"Variables Glob-ales".Proceso_On		Bool		"MOTOR VENT"	%M5.3	Bool		25.0	25.0	LReal		70.0	70.0	LReal		23.0	23.0	LReal	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																								
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																									
"DB_Input_Out-put".TC2_Fuera		Real																																									
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																									
"Variables Glob-ales".Parada_Emergen-cia		Bool																																									
"Variables Glob-ales".Proceso_On		Bool																																									
"MOTOR VENT"	%M5.3	Bool																																									
25.0	25.0	LReal																																									
70.0	70.0	LReal																																									
23.0	23.0	LReal																																									
E																																											
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 34%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet 1 - 6</td> </tr> </table>			Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet 1 - 6																						
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																									
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programdo en la maquina																																										
Designed By	Location																																										
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																																									
Approved By	Description 2nd	Version																																									
	1st View	Sheet 1 - 6																																									

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																														
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Símbolo</th> <th style="width: 20%;">Dirección</th> <th style="width: 20%;">Tipo</th> <th style="width: 30%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".Proceso_On</td> <td></td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_12"</td> <td>%Q0.0</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".Proceso_On		Bool		"Tag_12"	%Q0.0	Bool															
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																															
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																
"Variables Globales".Proceso_On		Bool																																
"Tag_12"	%Q0.0	Bool																																
B																																		
C																																		
D																																		
E																																		
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name</td> <td style="width: 20%;">TESIS FINAL</td> <td style="width: 10%;">Date</td> <td style="width: 10%;">08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td>Project Path</td> <td colspan="3">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td>Location</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td colspan="3"></td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language</td> <td colspan="2">es-ES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Version</td> <td colspan="2">Sheet 1 - 7</td> </tr> </table>				Owner	Project name	TESIS FINAL	Date	08/03/2015	Operator	Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina			Designed By	Location				Checked By	Description 1st				Approved By	Description 2nd	Language	es-ES			1st View	Version	Sheet 1 - 7	
Owner	Project name	TESIS FINAL	Date	08/03/2015																														
Operator	Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																
Designed By	Location																																	
Checked By	Description 1st																																	
Approved By	Description 2nd	Language	es-ES																															
	1st View	Version	Sheet 1 - 7																															

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																																												
A	<h3 style="text-align: center;">Salidas_Analogicas</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Salidas_Analogicas Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Nombre</td> <td>Salidas_Analogicas</td> <td>Número</td> <td>4</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>FC</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td></td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 20%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 10%;">Offset</th> <th style="width: 40%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>▼ Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>				Salidas_Analogicas Propiedades				General				Nombre	Salidas_Analogicas	Número	4	Tipo	FC	Idioma	KOP	Información				Título		Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada		Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Input				Output				InOut				Temp				▼ Return				Ret_Val	Void		
Salidas_Analogicas Propiedades																																																																
General																																																																
Nombre	Salidas_Analogicas	Número	4																																																													
Tipo	FC	Idioma	KOP																																																													
Información																																																																
Título		Autor																																																														
Comentario		Familia																																																														
Versión	0.1	ID personalizada																																																														
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																																																													
Input																																																																
Output																																																																
InOut																																																																
Temp																																																																
▼ Return																																																																
Ret_Val	Void																																																															
B	<p style="text-align: center;">Segmento 1: Valvula de Control</p>																																																															
C	<p style="text-align: center;">Segmento 1: Valvula de Control</p>																																																															
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Símbolo</th> <th style="width: 25%;">Dirección</th> <th style="width: 25%;">Tipo</th> <th style="width: 25%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>"DB_Input_Output"</td><td>%DB1</td><td>Block_DB</td><td></td></tr> <tr><td>"Tag_11"</td><td>%QW98</td><td>Word</td><td></td></tr> <tr><td>"Out_pid"</td><td>%MD6</td><td>Real</td><td></td></tr> <tr><td>"aux"</td><td>%M12.3</td><td>Bool</td><td></td></tr> <tr><td>"DB_Input_Output".salida_analoga</td><td></td><td>Real</td><td></td></tr> <tr><td>"DB_Input_Output".salida_analoga_f</td><td></td><td>Real</td><td></td></tr> <tr><td>36.23</td><td>36.23</td><td>LReal</td><td></td></tr> <tr><td>400.0</td><td>400.0</td><td>LReal</td><td></td></tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"Tag_11"	%QW98	Word		"Out_pid"	%MD6	Real		"aux"	%M12.3	Bool		"DB_Input_Output".salida_analoga		Real		"DB_Input_Output".salida_analoga_f		Real		36.23	36.23	LReal		400.0	400.0	LReal																									
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																																													
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																																														
"Tag_11"	%QW98	Word																																																														
"Out_pid"	%MD6	Real																																																														
"aux"	%M12.3	Bool																																																														
"DB_Input_Output".salida_analoga		Real																																																														
"DB_Input_Output".salida_analoga_f		Real																																																														
36.23	36.23	LReal																																																														
400.0	400.0	LReal																																																														
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 30%;">Owner</td> <td style="width: 40%;">Project name</td> <td style="width: 30%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </table>				Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language	Approved By	Description 2nd	es-ES		1st View	Version			Sheet 1 - 1																																				
Owner	Project name	Date																																																														
	TESIS FINAL	08/03/2015																																																														
Operator	Project Path C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																																															
Designed By	Location																																																															
Checked By	Description 1st	Language																																																														
Approved By	Description 2nd	es-ES																																																														
	1st View	Version																																																														
		Sheet 1 - 1																																																														
F																																																																

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																
A	Segmento 2: Control Velocidad																																			
B																																				
C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"DB_input_output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Out_pid"</td> <td>%MD6</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"aux"</td> <td>%M12.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_input_output".result</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-80.0</td> <td>-80.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>23000.0</td> <td>23000.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_6"</td> <td>%QW96</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"DB_input_output"	%DB1	Block_DB		"Out_pid"	%MD6	Real		"aux"	%M12.3	Bool		"DB_input_output".result		Real		-80.0	-80.0	LReal		23000.0	23000.0	LReal		"Tag_6"	%QW96	Word	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																	
"DB_input_output"	%DB1	Block_DB																																		
"Out_pid"	%MD6	Real																																		
"aux"	%M12.3	Bool																																		
"DB_input_output".result		Real																																		
-80.0	-80.0	LReal																																		
23000.0	23000.0	LReal																																		
"Tag_6"	%QW96	Word																																		
D	<p>Segmento 3:</p>																																			
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Tag_11"</td> <td>%QW98</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"aux"</td> <td>%M12.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>W#16#0000</td> <td>W#16#0000</td> <td>Word</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Tag_11"	%QW98	Word		"aux"	%M12.3	Bool		W#16#0000	W#16#0000	Word																	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																	
"Tag_11"	%QW98	Word																																		
"aux"	%M12.3	Bool																																		
W#16#0000	W#16#0000	Word																																		
F	<p>Segmento 4: Velocidad Ventilador</p>																																			
Owner		Project name	TESIS FINAL																																	
		Date	08/03/2015																																	
Operator		Project Path	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																	
		Location																																		
Designed By		Description 1st																																		
Checked By		Description 2nd	Language	es-ES																																
Approved By		1st View	Version	Sheet 1 - 2																																

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																				
A	Segmento 4: Velocidad Ventilador																																							
B																																								
C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"Out_pid"</td> <td>%MD6</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"aux"</td> <td>%M12.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>0.0</td> <td>0.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>60.0</td> <td>60.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>-0.17833</td> <td>-0.17833</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"hz_vent"</td> <td>%MD16</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>50.7</td> <td>50.7</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Frecuencia_Ventilador"</td> <td>%MD24</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"Out_pid"	%MD6	Real		"aux"	%M12.3	Bool		0.0	0.0	LReal		60.0	60.0	LReal		-0.17833	-0.17833	LReal		"hz_vent"	%MD16	Real		50.7	50.7	LReal		"Frecuencia_Ventilador"	%MD24	Real	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																					
"Out_pid"	%MD6	Real																																						
"aux"	%M12.3	Bool																																						
0.0	0.0	LReal																																						
60.0	60.0	LReal																																						
-0.17833	-0.17833	LReal																																						
"hz_vent"	%MD16	Real																																						
50.7	50.7	LReal																																						
"Frecuencia_Ventilador"	%MD24	Real																																						
D	Segmento 5:																																							
E																																								
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"aux"</td> <td>%M12.3</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Frecuencia_Ventilador"</td> <td>%MD24</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"rpm_ventilador"</td> <td>%MD28</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>20.0</td> <td>20.0</td> <td>LReal</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"aux"	%M12.3	Bool		"Frecuencia_Ventilador"	%MD24	Real		"rpm_ventilador"	%MD28	Real		20.0	20.0	LReal																	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																					
"aux"	%M12.3	Bool																																						
"Frecuencia_Ventilador"	%MD24	Real																																						
"rpm_ventilador"	%MD28	Real																																						
20.0	20.0	LReal																																						
Owner		Project name	Date																																					
		TESIS FINAL	08/03/2015																																					
Operator		Project Path																																						
		C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																						
Designed By		Location																																						
Checked By		Description 1st		Language																																				
				es-ES																																				
Approved By		Description 2nd		Version																																				
		1st View		Sheet 1 - 3																																				

ANEXO 8

PROGRAMACIÓN DE PLC

1	2	3	4																																																														
A	<h4 style="margin: 0;">Salidas_Digitales [FC5]</h4> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">Salidas_Digitales Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;">Nombre</td> <td>Salidas_Digitales</td> <td style="width: 20%;">Número</td> <td>5</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>FC</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #e0e0e0;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td></td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 30%;">Nombre</th> <th style="width: 20%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 20%;">Offset</th> <th style="width: 30%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Input</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Output</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>InOut</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Temp</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>▼ Return</td><td></td><td></td><td></td></tr> <tr><td>Ret_Val</td><td>Void</td><td></td><td></td></tr> </tbody> </table>			Salidas_Digitales Propiedades				General				Nombre	Salidas_Digitales	Número	5	Tipo	FC	Idioma	KOP	Información				Título		Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada		Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario	Input				Output				InOut				Temp				▼ Return				Ret_Val	Void				
Salidas_Digitales Propiedades																																																																	
General																																																																	
Nombre	Salidas_Digitales	Número	5																																																														
Tipo	FC	Idioma	KOP																																																														
Información																																																																	
Título		Autor																																																															
Comentario		Familia																																																															
Versión	0.1	ID personalizada																																																															
Nombre	Tipo de datos	Offset	Comentario																																																														
Input																																																																	
Output																																																																	
InOut																																																																	
Temp																																																																	
▼ Return																																																																	
Ret_Val	Void																																																																
B	<p>Segmento 1:</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Símbolo</th> <th style="width: 25%;">Dirección</th> <th style="width: 25%;">Tipo</th> <th style="width: 25%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"MOTOR TAMBOR"</td> <td>%M5.0</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"TEM_1"</td> <td>%DB5</td> <td>IEC_Timer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MT_1"</td> <td>%M12.5</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MT_2"</td> <td>%M12.4</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T#1H</td> <td>T#1H</td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool		"TEM_1"	%DB5	IEC_Timer		"MT_1"	%M12.5	Bool		"MT_2"	%M12.4	Bool		T#1H	T#1H	Time																																							
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																																														
"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool																																																															
"TEM_1"	%DB5	IEC_Timer																																																															
"MT_1"	%M12.5	Bool																																																															
"MT_2"	%M12.4	Bool																																																															
T#1H	T#1H	Time																																																															
C	<p>Segmento 2:</p>																																																																
D	<p>Segmento 2:</p>																																																																
E	<p>Segmento 2:</p>																																																																
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 30%;">Project name</td> <td style="width: 30%;">Date</td> </tr> <tr> <td></td> <td>TESIS FINAL</td> <td>08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td></td> <td colspan="2">Description 1st</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Language</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>1st View</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </table>			Owner	Project name	Date		TESIS FINAL	08/03/2015	Operator	Project Path			C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location			Description 1st		Checked By	Description 2nd	Language			es-ES	Approved By	1st View	Version			Sheet 1 - 1																																
Owner	Project name	Date																																																															
	TESIS FINAL	08/03/2015																																																															
Operator	Project Path																																																																
	C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																																																
Designed By	Location																																																																
	Description 1st																																																																
Checked By	Description 2nd	Language																																																															
		es-ES																																																															
Approved By	1st View	Version																																																															
		Sheet 1 - 1																																																															

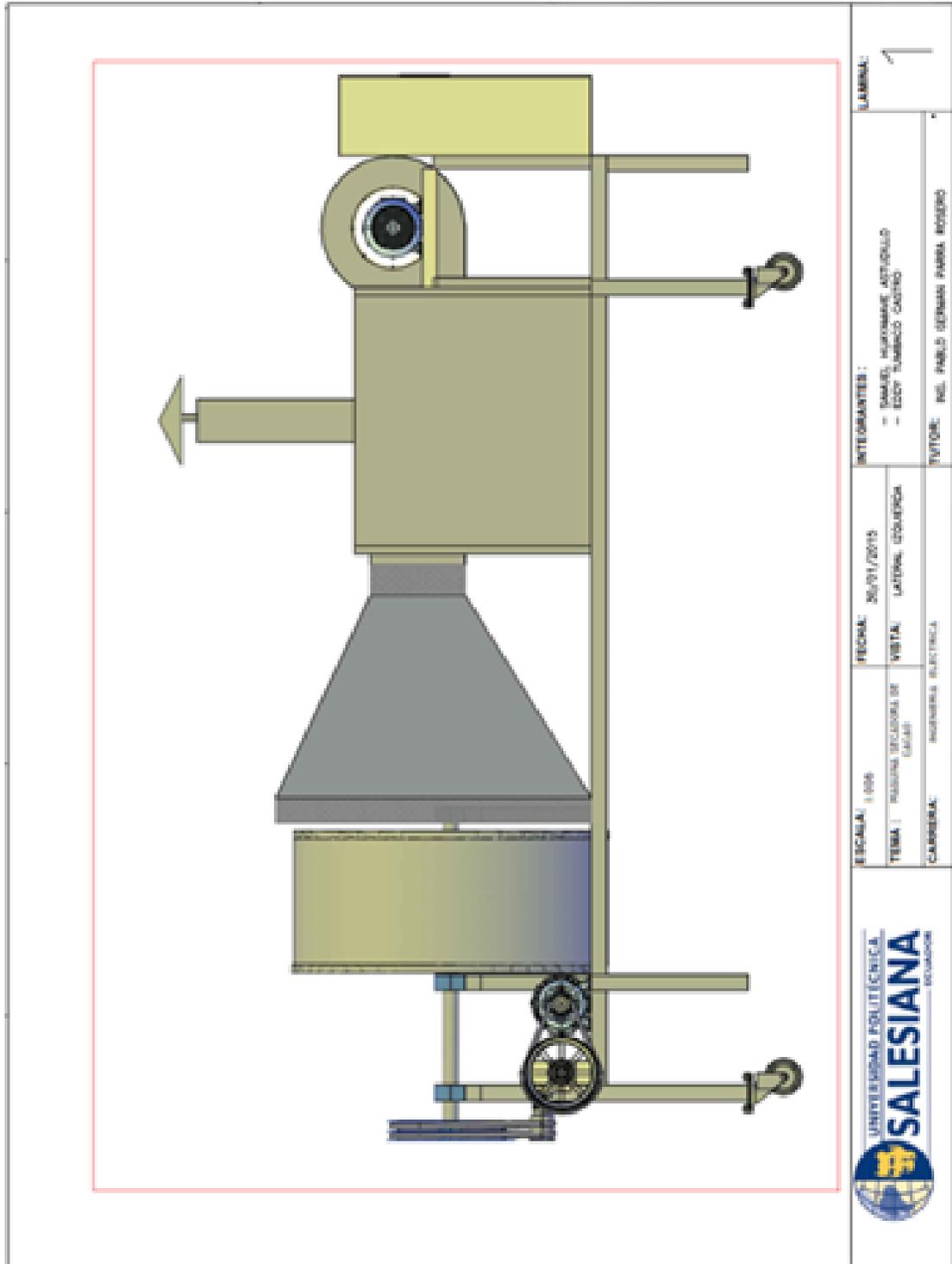
ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

	1	2	3	4																																				
A	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"MT_1"</td> <td>%M12.5</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MT_2"</td> <td>%M12.4</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"TEM_2"</td> <td>%DB6</td> <td>IEC_Timer</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T#3M</td> <td>T#3M</td> <td>Time</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p>Segmento 3: MOTOR TAMBOR</p> <div style="text-align: center; margin: 10px 0;"> </div> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Símbolo</th> <th>Dirección</th> <th>Tipo</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"MOTOR TAMBOR"</td> <td>%M5.0</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Tag_10"</td> <td>%Q0.5</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"MT_1"</td> <td>%M12.5</td> <td>Bool</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>				Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"MT_1"	%M12.5	Bool		"MT_2"	%M12.4	Bool		"TEM_2"	%DB6	IEC_Timer		T#3M	T#3M	Time		Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool		"Tag_10"	%Q0.5	Bool		"MT_1"	%M12.5	Bool	
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																					
"MT_1"	%M12.5	Bool																																						
"MT_2"	%M12.4	Bool																																						
"TEM_2"	%DB6	IEC_Timer																																						
T#3M	T#3M	Time																																						
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																					
"MOTOR TAMBOR"	%M5.0	Bool																																						
"Tag_10"	%Q0.5	Bool																																						
"MT_1"	%M12.5	Bool																																						
B																																								
C																																								
D																																								
E																																								
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 40%;">Owner</td> <td style="width: 35%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 25%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet: 1 - 2</td> </tr> </table>				Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet: 1 - 2																		
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																						
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																							
Designed By	Location																																							
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																																						
Approved By	Description 2nd	Version																																						
	1st View	Sheet: 1 - 2																																						

ANEXO 8 PROGRAMACIÓN DE PLC

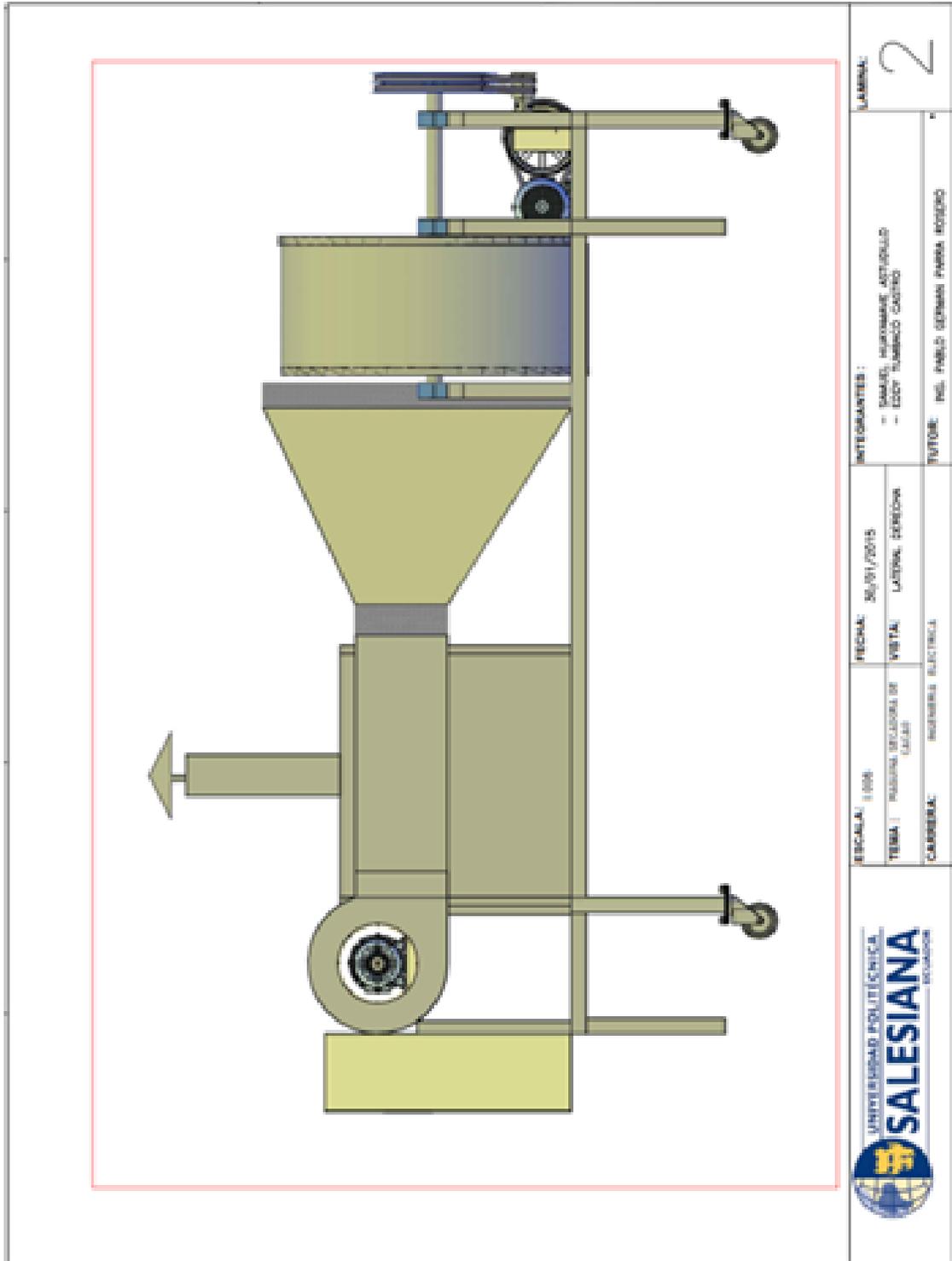
1	2	3	4																																								
A	<h3 style="margin: 0;">Cyclic interrupt</h3> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Cyclic interrupt Propiedades</th> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">General</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 25%;">Nombre</td> <td style="width: 25%;">Cyclic interrupt</td> <td style="width: 25%;">Número</td> <td style="width: 25%;">30</td> </tr> <tr> <td>Tipo</td> <td>OB.CyclicInterrupt</td> <td>Idioma</td> <td>KOP</td> </tr> <tr> <th colspan="4" style="background-color: #d3d3d3;">Información</th> </tr> <tr> <td>Título</td> <td></td> <td>Autor</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Comentario</td> <td></td> <td>Familia</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Versión</td> <td>0.1</td> <td>ID personalizada</td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 33%;">Nombre</th> <th style="width: 33%;">Tipo de datos</th> <th style="width: 34%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Temp</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <p style="margin-top: 10px;">Segmento 1: PID</p>			Cyclic interrupt Propiedades				General				Nombre	Cyclic interrupt	Número	30	Tipo	OB.CyclicInterrupt	Idioma	KOP	Información				Título		Autor		Comentario		Familia		Versión	0.1	ID personalizada		Nombre	Tipo de datos	Comentario	Temp				
Cyclic interrupt Propiedades																																											
General																																											
Nombre	Cyclic interrupt	Número	30																																								
Tipo	OB.CyclicInterrupt	Idioma	KOP																																								
Información																																											
Título		Autor																																									
Comentario		Familia																																									
Versión	0.1	ID personalizada																																									
Nombre	Tipo de datos	Comentario																																									
Temp																																											
B																																											
C	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 25%;">Símbolo</th> <th style="width: 25%;">Dirección</th> <th style="width: 25%;">Tipo</th> <th style="width: 25%;">Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>"TESIS_PID"</td> <td>%DB7</td> <td>Block_FB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output"</td> <td>%DB1</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".pid</td> <td></td> <td>Int</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales"</td> <td>%DB2</td> <td>Block_DB</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Variables Globales".SP_Temp</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"DB_Input_Output".final_N</td> <td></td> <td>Real</td> <td></td> </tr> <tr> <td>"Out_pid"</td> <td>%MD6</td> <td>Real</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario	"TESIS_PID"	%DB7	Block_FB		"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB		"DB_Input_Output".pid		Int		"Variables Globales"	%DB2	Block_DB		"Variables Globales".SP_Temp		Real		"DB_Input_Output".final_N		Real		"Out_pid"	%MD6	Real									
Símbolo	Dirección	Tipo	Comentario																																								
"TESIS_PID"	%DB7	Block_FB																																									
"DB_Input_Output"	%DB1	Block_DB																																									
"DB_Input_Output".pid		Int																																									
"Variables Globales"	%DB2	Block_DB																																									
"Variables Globales".SP_Temp		Real																																									
"DB_Input_Output".final_N		Real																																									
"Out_pid"	%MD6	Real																																									
D	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 34%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </tbody> </table>			Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet 1 - 1																						
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																									
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																										
Designed By	Location																																										
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																																									
Approved By	Description 2nd	Version																																									
	1st View	Sheet 1 - 1																																									
E	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 34%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </tbody> </table>			Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet 1 - 1																						
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																									
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																										
Designed By	Location																																										
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																																									
Approved By	Description 2nd	Version																																									
	1st View	Sheet 1 - 1																																									
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 33%;">Owner</td> <td style="width: 33%;">Project name: TESIS FINAL</td> <td style="width: 34%;">Date: 08/03/2015</td> </tr> <tr> <td>Operator</td> <td colspan="2">Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina</td> </tr> <tr> <td>Designed By</td> <td colspan="2">Location</td> </tr> <tr> <td>Checked By</td> <td>Description 1st</td> <td>Language: es-ES</td> </tr> <tr> <td>Approved By</td> <td>Description 2nd</td> <td>Version</td> </tr> <tr> <td></td> <td>1st View</td> <td>Sheet 1 - 1</td> </tr> </tbody> </table>			Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015	Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina		Designed By	Location		Checked By	Description 1st	Language: es-ES	Approved By	Description 2nd	Version		1st View	Sheet 1 - 1																						
Owner	Project name: TESIS FINAL	Date: 08/03/2015																																									
Operator	Project Path: C:\Documents and Settings\Administrador\Escritorio\TESIS FINAL programando en la maquina																																										
Designed By	Location																																										
Checked By	Description 1st	Language: es-ES																																									
Approved By	Description 2nd	Version																																									
	1st View	Sheet 1 - 1																																									

ANEXO 9
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA LATERAL
IZQUIERDA



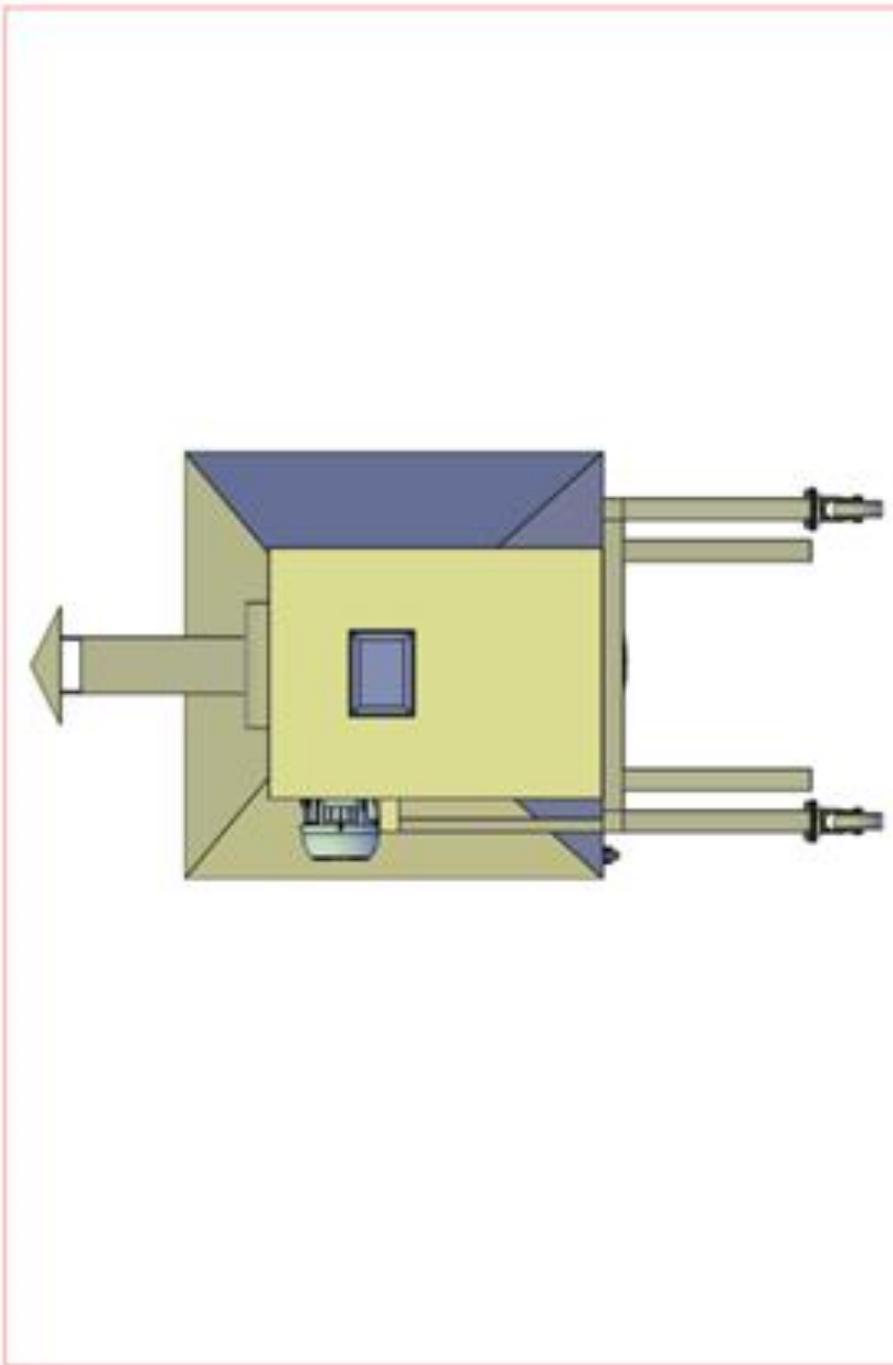
 <p>UNIVERSIDAD POLITÉCNICA SALESIANA <small>UNIVERSITY</small></p>	<p>ESCUELA: I 004</p> <p>TÍTULO: MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO</p> <p>CARRERA: INGENIERÍA ELÉCTRICA</p>	<p>FECHA: 26/01/2015</p> <p>VISTA: LATERAL, IZQUIERDA</p>	<p>INTEGRANTES:</p> <p>- TAMAYO, HUANOSANE, ANDRÉS</p> <p>- ESTEY, TAMBICO, GABRIEL</p> <p>TUTOR: ING. PABLO GONZALEZ PARRA ROSERO</p>
			<p>LABEL: 1</p>

ANEXO 10
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA LATERAL
DERECHA



ANEXO 11

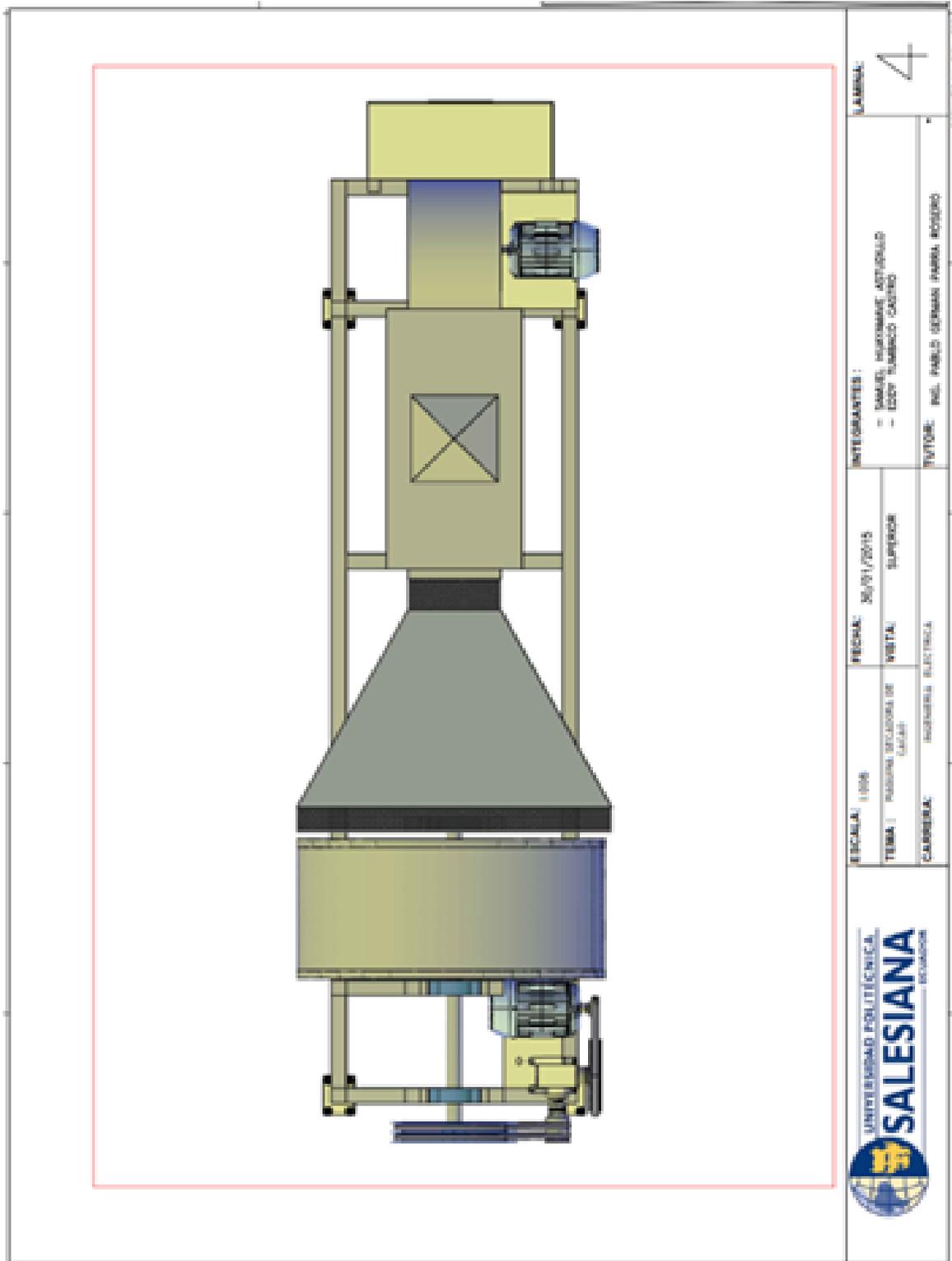
PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA FRONTAL



		ESCUELA: 1009		FECHA: 30/01/2015	INTEGRANTES:	LÁMINA: 3
TEMA: MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO		VISTA: FRONTAL	- JIMAR, HAYDINARIE ACOSTA - ESTE TIBARCO CASTRO			
CARRERA: INGENIERIA ELECTRICA		TUTOR: ING. PABLO SEPAN PARRA ROSERO				

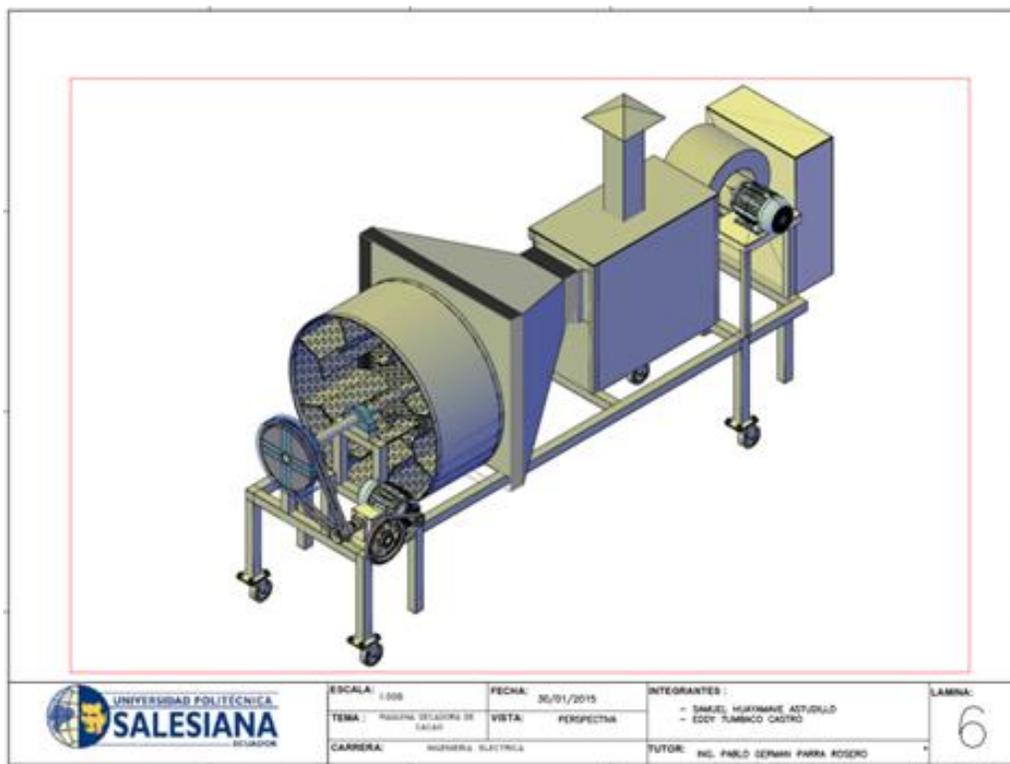
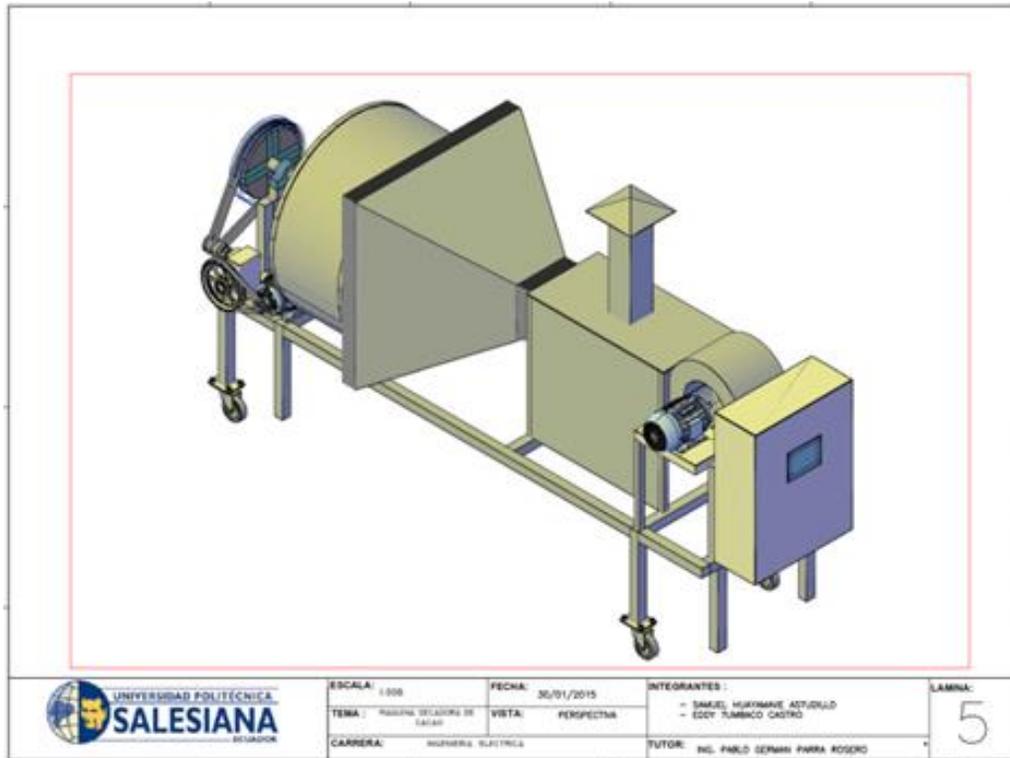
ANEXO 12

PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. VISTA FRONTAL



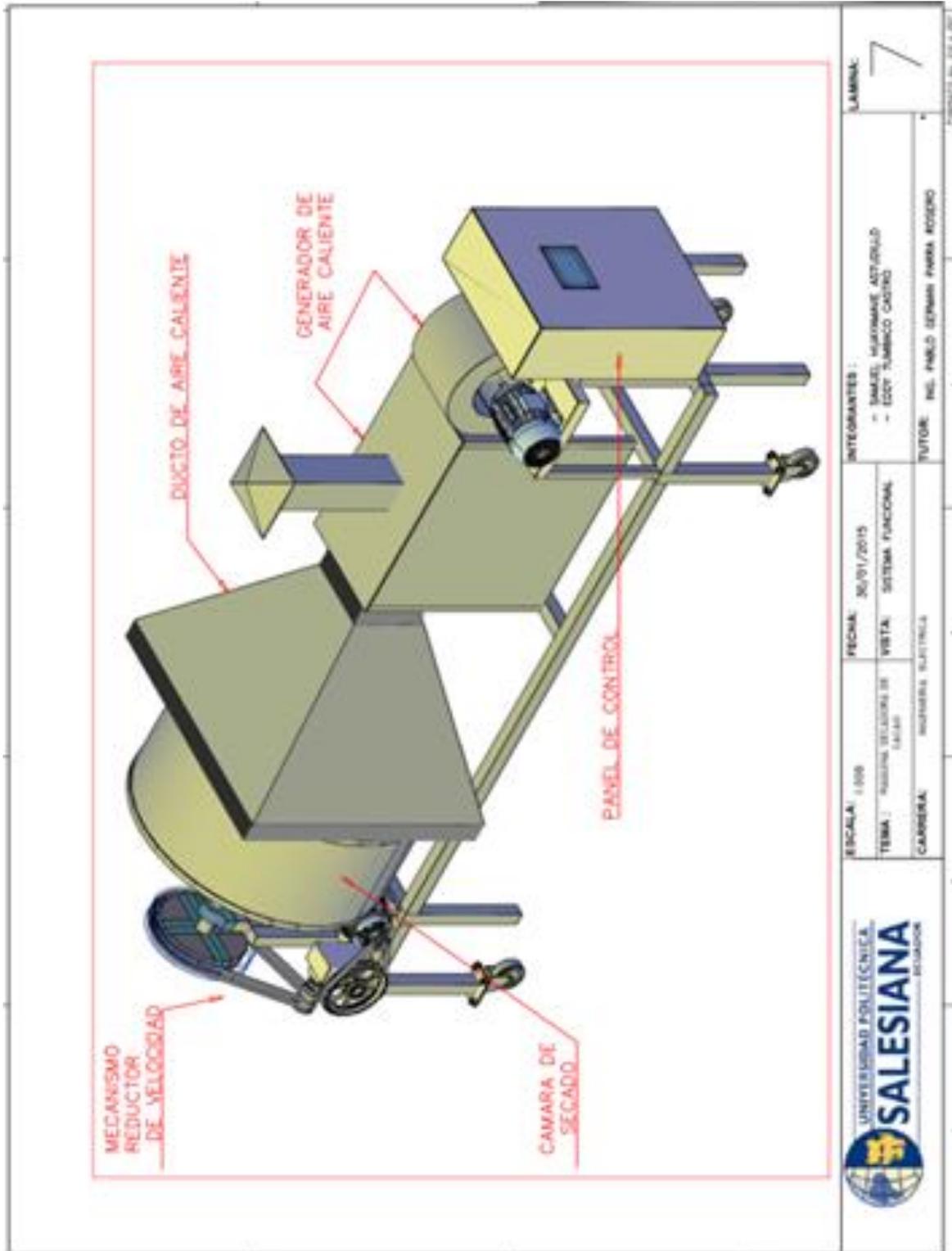
ANEXO 13

PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. PERSPECTIVAS



ANEXO 14

PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. SISTEMA FUNCIONAL



ANEXO 15

PLANO DE MÁQUINA SECADORA DE SÓLIDO. ACOTAS (MEDIDAS)

